



UPOV

Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales

SEMINARIO SOBRE LA IMPORTANCIA DEL FITOMEJORAMIENTO Y LA PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES A LA HORA DE PROPICIAR QUE LA AGRICULTURA MITIGUE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y SE ADAPTE A ÉSTE

11 12 y 26 de octubre de 2022

©UPOV, 2024



Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Esta obra está sujeta a una licencia de Creative Commons del tipo Atribución 4.0 Internacional.

Todo usuario puede reproducir, distribuir, adaptar, traducir e interpretar o ejecutar públicamente la presente publicación, también con fines comerciales, sin necesidad de autorización expresa, a condición de que el contenido esté acompañado por la mención de la UPOV como fuente y, si procede, de que se indique claramente que se ha modificado el contenido original.

Las adaptaciones/traducciones/obras derivadas no deben incluir ningún emblema ni logotipo oficial, salvo que hayan sido aprobados y validados por la UPOV. Para obtener autorización, pónganse en contacto con nosotros mediante el upov.mail@upov.int.

En relación con las obras derivadas, debe incluirse la siguiente advertencia: “La Secretaría de la UPOV no asume responsabilidad alguna por la modificación o traducción del contenido original.”

En los casos en los que el contenido publicado por la UPOV, como imágenes, gráficos, marcas o logotipos, sea propiedad de terceros, será responsabilidad exclusiva del usuario de dicho contenido obtener de los titulares las autorizaciones necesarias.

Para consultar la presente licencia, remítanse a <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Toda controversia que se derive de la presente licencia y que no pueda solucionarse amistosamente se someterá al Reglamento de Arbitraje de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional (CNUDMI) que se halle en vigor. Las partes quedarán obligadas por todo laudo arbitral emitido como consecuencia de dicho arbitraje, en tanto que decisión definitiva de dicha controversia.

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no entrañan, de parte de la UPOV, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los países, territorios o zonas citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

La presente publicación no refleja el punto de vista de los miembros de la UPOV ni el de la Secretaría de la UPOV.

Cualquier mención de empresas o productos concretos no implica en ningún caso que la UPOV los apruebe o recomiende con respecto a otros de naturaleza similar que no se mencionen.

ÍNDICE

| | |
|--|------------|
| Programa | |
| Bienvenida y alocuciones de apertura | 10 |
| SESIÓN TEMÁTICA 1: EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA | 13 |
| <ul style="list-style-type: none">Discurso de apertura: Efectos y riesgos derivados del cambio climático para la agricultura: soluciones adaptativas y papel de las obtenciones vegetalesPerspectiva de la Organización Mundial de Agricultores (WFO)Perspectiva del International Seed Federation (ISF)Perspectiva de la Comunidad Internacional de Fitomejoradores de Plantas Hortícolas de Reproducción Asexual (CIOPORA) | |
| SESIÓN TEMÁTICA 2: ESTRATEGIAS PARA HACER FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA AGRICULTURA | 53 |
| <ul style="list-style-type: none">Estrategia de la Unión Europea para hacer frente al cambio climático en la agriculturaEl cambio climático: una oportunidad para la innovación en la agriculturaPapel del fitomejoramiento en la adaptación al cambio climático en MéxicoMitigación del cambio climático en la agriculturaAdaptación de la agricultura y los sistemas de explotación agrícola al cambio climático: examen de las opciones genéticas | |
| SESIÓN TEMÁTICA 3: FITOMEJORAMIENTO PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU MITIGACIÓN EN LA AGRICULTURA: PERSPECTIVAS DE CULTIVOS | 119 |
| <ul style="list-style-type: none">Objetivos de fitomejoramiento para perfeccionar el comportamiento del trigo en climas en que el agua es cada vez más escasa: adaptación de los sistemas de cultivo de trigo al cambio climático actual y futuroEl sistema de protección de obtenciones vegetales y cultivo de arroz eficiente en el uso de agua y resistente a la sequíaUtilización de la dinámica del genoma de las plantas para la adaptación al estrésSmartRice®: un arroz producido con métodos más sostenibles que reducen el uso de recursos agrícolas y aumentan el rendimiento del cultivo con miras a abastecer el creciente apetito mundialCaracterización de la fenología floral de las variedades de la colección mundial de olivo en Marruecos para la selección de genotipos adaptados al cambio climáticoEl cambio climático en el sector ornamental: perspectiva del obtentorAdaptación de variedades de cereales al cambio climático en los países nórdicos: caracteres que permiten el trabajo de fitomejoramiento y caracteres que lo dificultan mucho másPrograma de climas cálidos: un programa de mejoramiento del manzano para climas cálidosFitomejoramiento en comunidades de base de futuros cultivos “inteligentes” más adaptados al cambio climático: aprendizajes derivados de la experiencia nepalíEstrategias de las empresas hortícolas para abordar el imperativo de producir más alimentos en condiciones cada vez más inhóspitas y manera en que el sistema de derechos de obtentor/a pueden ayudar a estos/as a hacer frente a dichos imperativos | |
| SESIÓN TEMÁTICA 4: FITOMEJORAMIENTO PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU MITIGACIÓN EN LA AGRICULTURA: ESTRATEGIAS Y TÉCNICAS DE FITOMEJORAMIENTO | 224 |
| <ul style="list-style-type: none">“Un futuro verde inteligente” y “resiliencia al cambio climático como base de los programas de mejoramiento”Uso de nuevas tecnologías (marcadores moleculares y mejoramiento acelerado) en la obtención de variedades de cereales tolerantes a la sequía en MarruecosMejoramiento para el futuroEl papel de los caracteres varietales en la huella climática (resistencia a las enfermedades, uso de nitrógeno y rendimiento)Investigaciones en variedades de cultivo que atienden las necesidades del mercado y están adaptadas a las condiciones climáticas : (toleran los estreses biótico y abiótico)GMejoramiento genético por mutagénesis de cultivos oleaginosos para hacer frente al cambio climático: el caso de la colza y el sésamoConexión de diferentes grupos de investigación en pos de un mejoramiento más acertadoAAvances en la obtención de nuevas variedades más adaptadas al cambio climático en cultivos y forrajes: una perspectiva sudamericanaPrograma de mejoramiento para mitigar el cambio climático y las presiones ambientales en los cultivos | |
| SESIÓN TEMÁTICA 5: PAPEL DE LA PROTECCIÓN DE LAS VARIEDADES VEGETALES EN LA OBTENCIÓN DE NUEVAS VARIEDADES PARA MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO Y ADAPTARSE A ÉL | 341 |
| <ul style="list-style-type: none">El papel de los derechos de obtentor en los intentos de abordar la adaptación al cambio climático y su mitigación. Ejemplo del Canadá, incluido el sector del fitomejoramiento públicoFitomejoramiento y protección de las obtenciones vegetales: un catalizador para la obtención de variedades vegetales adaptadas a las condiciones climáticas del África subsaharianaFitomejoramiento y protección de las obtenciones vegetales para la adaptación de variedades al clima japonésEl papel de la protección de las obtenciones vegetales en la promoción del desarrollo de variedades vegetales adaptadas al cambio climático y su mitigación. Ejemplo de KenyaRepercusión del sistema comunitario de protección de variedades en la economía de la Unión Europea y el medio ambiente | |
| Preguntas | 459 |
| Conclusión de la sesión | 470 |
| Lista de participantes | 471 |

Descargo de responsabilidad:

Las opiniones expresadas en las ponencias y en los resúmenes de los debates del Seminario pertenecen a los ponentes o a los participantes y no son necesariamente las opiniones de la Unión Internacional para la protección de las obtenciones vegetales (UPOV). Las traducciones de esta publicación del Seminario se facilitan únicamente a título informativo. En caso de discrepancia, prevalecerá el texto en el idioma original.

PROGRAMA

Martes 11 de octubre de 2022

- 13.00 **Bienvenida y alocuciones de apertura**
Sr. Daren Tang, secretario general de la UPOV
- 13.10 **Programa y organización del seminario**
Sra. Yolanda Huerta, Consejera Jurídica y Directora de Formación y Asistencia de la UPOV

SESIÓN TEMÁTICA 1: el cambio climático y su efecto en la producción agrícola

- 13.15 **Introducción**
Moderator: Sr. Marien Valstar, presidente del Consejo de la UPOV
- 13.20 **Discurso de apertura: Efectos y riesgos derivados del cambio climático para la agricultura: soluciones adaptativas y papel de las obtenciones vegetales**
Sr. John Derera, Director Principal de Mejora y Precombinación de Plantas, Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (CGIAR)
- 13.40 **Perspectiva de la Organización Mundial de Agricultores (WFO)**
Sra. Arianna Giuliadori, secretaria general de la WFO
- 13.50 **Perspectiva del International Seed Federation (ISF)**
Sr. Michael Keller, secretario general de la ISF
- 14.00 **Perspectiva de la Comunidad Internacional de Fitomejoradores de Plantas Hortícolas de Reproducción Asexuada (CIOPORA)**
Sr. Edgar Krieger, secretario general de la CIOPORA
- 14.10 **Conclusión de la sesión**
Moderador: Sr. Marien Valstar, presidente del Consejo de la UPOV

SESIÓN TEMÁTICA 2: Strategies to address climate change in agriculture

- 15.00 **Introducción**
Moderador: Sr. Yehan Cui, vicepresidente del Consejo de la UPOV
- 15.05 **Estrategia de la Unión Europea para hacer frente al cambio climático en la agricultura**
Sr. Herwig Ranner, jefe de equipo - Cambio Climático y Agricultura, Unidad de Agricultura Sostenible, Dirección General de Agricultura y Desarrollo Rural (DG AGRI), Comisión Europea
- 15.15 **El cambio climático: una oportunidad para la innovación en la agricultura**
Sr. Solomon Gyan Ansah, director de Agricultura y jefe de la Unidad de Semillas, Dirección General de Servicios Agrícolas, Ministerio de Alimentación y Agricultura (Ghana)
- 15.25 **Papel del fitomejoramiento en la adaptación al cambio climático en México**
Sra. Sol Ortíz García, directora general de Políticas, Prospección y Cambio Climático, Secretaría de Agricultura (México)

- 15.35 **Mitigación del cambio climático en la agricultura**
Sr. Alexandre Lima Nepomuceno, investigador, Embrapa (Brasil)
- 15.45 **Adaptación de la agricultura y los sistemas de explotación agrícola al cambio climático: examen de las opciones genéticas**
Sr. George Prah, director adjunto de la Dirección General de Servicios Agrícolas, Ministerio de Alimentación y Agricultura (Ghana)
- 15.55 **Preguntas**
- 16.15 **Conclusión de la sesión**
Moderador: Sr. Yehan Cui, vicepresidente del Consejo de la UPOV

Miércoles 12 de octubre de 2022

SESIÓN TEMÁTICA 3: fitomejoramiento para la adaptación al cambio climático y su mitigación en la agricultura: perspectivas de cultivos

- 09.00 **Introducción**
Moderador: Sr. Patrick Ngwediagi, presidente del Comité Administrativo y Jurídico de la UPOV
- 09.05 **Objetivos de fitomejoramiento para perfeccionar el comportamiento del trigo en climas en que el agua es cada vez más escasa: adaptación de los sistemas de cultivo de trigo al cambio climático actual y futuro**
Sr. Greg Rebetzke, genetista investigador, Canberra (Australia)
- 09.15 **El sistema de protección de obtenciones vegetales y cultivo de arroz eficiente en el uso de agua y resistente a la sequía**
Sr. Yu Zhang, adjunto de investigación, Shanghai Academy of Agricultural Sciences (China)
- 09.25 **Utilización de la dinámica del genoma de las plantas para la adaptación al estrés**
Sr. Etienne Bucher, jefe del grupo de investigación “Dinámica del genoma de las plantas”, Agroscope (Suiza)
- 09.35 **SmartRice: un arroz producido con métodos más sostenibles que reducen el uso de recursos agrícolas y aumentan el rendimiento del cultivo con miras a abastecer el creciente apetito mundial**
Sr. José Ré, vicepresidente de Desarrollo Mundial de Nuevos Productos, Rice Tech USA (Estados Unidos de América)
- 09.45 **Preguntas**
- 09.55 **Caracterización de la fenología floral de las variedades de la colección mundial de olivo en Marruecos para la selección de genotipos adaptados al cambio climático**
Sra. Hayat Zaher, investigadora del CRRA de Marrakech, Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas (INRA) (Marruecos)
- 10.05 **El cambio climático en el sector ornamental: perspectiva del obtentor**
Sr. Robert Boehm, jefe de Biotecnología, Selecta One (Alemania)
- 10.15 **Adaptación de variedades de cereales al cambio climático en los países nórdicos: caracteres que permiten el trabajo de fitomejoramiento y caracteres que lo dificultan mucho más**
Sra. Tina Henriksson, directora del grupo de Mejoramiento, Cereales y Legumbres y obtentora principal de trigo de invierno de la empresa sueca Lantmännen (Suecia)

- 10.25 **Preguntas**
- 10.35 **Programa de climas cálidos: un programa de mejoramiento del manzano para climas cálidos**
Sra. Lidia Lozano, Instituto de Investigación y Tecnología Agropecuaria (IRTA) (España)
- 10.45 **Fitomejoramiento en comunidades de base de futuros cultivos “inteligentes” más adaptados al cambio climático: aprendizajes derivados de la experiencia nepalí**
Sr. Pitambar Shrestha, asesor del programa LI-BIRD (Nepal)
- 10.55 **Estrategias de las empresas hortícolas para abordar el imperativo de producir más alimentos en condiciones cada vez más inhóspitas y manera en que el sistema de derechos de obtentor/a pueden ayudar a estos/as a hacer frente a dichos imperativos**
Sra. Astrid Schenkeveld, especialista en Derechos de Obtentor y Registro de Variedades, Rijk Zwaan (Países Bajos)
- 11.05 **Preguntas**
- 11.15 **Conclusión de la sesión**
Moderador: Sr. Patrick Ngwediagi, presidente del Comité Administrativo y Jurídico de la UPOV
-

SESIÓN TEMÁTICA 4: fitomejoramiento para la adaptación al cambio climático y su mitigación en la agricultura: estrategias y técnicas de fitomejoramiento

- 12.30 **Introducción**
Moderador: Sr. Manuel Antonio Toro Ugalde, vicepresidente del Comité Administrativo y Jurídico de la UPOV
- 12.35 **“Un futuro verde inteligente” y “resiliencia al cambio climático como base de los programas de mejoramiento”**
Sra. Emma Brown, directora general de variedades vegetales, et Sr. Zac Hanley, director general de Ciencia, y, Plant & Food Research (Nueva Zelandia)
- 12.45 **Uso de nuevas tecnologías (marcadores moleculares y mejoramiento acelerado) en la obtención de variedades de cereales tolerantes a la sequía en Marruecos**
Sr. Moha Ferrahi, jefe de DACRG, División Científica del Institut national de la recherche agronomique, Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas (INRA) (Marruecos)
- 12.55 **Mejoramiento para el futuro**
Sr. Stefan van der Heijden, asociado, Innova Connect (Países Bajos)

- 13.05 **El papel de los caracteres varietales en la huella climática (resistencia a las enfermedades, uso de nitrógeno y rendimiento)**
Sr. Morten Lillemo, profesor, Universidad Noruega de Ciencias Biológicas, Profesorado de Biociencias (Noruega)
- 13.15 **Preguntas**
- 13.25 **Investigaciones en variedades de cultivo que atienden las necesidades del mercado y están adaptadas a las condiciones climáticas : (toleran los estreses biótico y abiótico)**
Sr. Francis Kusi, Director en funciones y Sr. Joseph Adjebeng-Danquah, Científico superior de investigación, del Instituto de Investigación Agrícola de la Sabana, Instituto de Investigación Científica e Industrial (CSIR-SARI), Investigador principal (Resistencia de la planta huésped) (Ghana)
- 13.35 **Mejoramiento genético por mutagénesis de cultivos oleaginosos para hacer frente al cambio climático: el caso de la colza y el sésamo**
Sr. Abdelghani Nabloussi, investigador del CRRRA de Mequinez, Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas (INRA) (Marruecos)
- 13.45 **Conexión de diferentes grupos de investigación en pos de un mejoramiento más acertado**
Sr. Muath Alsheikh, Jefe de Investigación y Desarrollo, Graminor AS (Noruega)
- 13.55 **Avances en la obtención de nuevas variedades más adaptadas al cambio climático en cultivos y forrajes: una perspectiva sudamericana**
Sr. Fernando Ortega Klose, Obtentor de plantas forrajeras, Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Chile (INIA), Centro regional de Carillanca (Chile)
- 14.05 **Programa de mejoramiento para mitigar el cambio climático y las presiones ambientales en los cultivos**
Sr. Dave Bubeck, director de investigaciones, Corteva (Estados Unidos de América)
- 14.15 **Preguntas**
- 14.25 **Conclusión de la sesión**
Moderador: Sr. Manuel Toro Ugalde, vicepresidente del Comité Administrativo y Jurídico de la UPOV

SESIÓN TEMÁTICA 5: Papel de la protección de las variedades vegetales en la obtención de nuevas variedades para mitigar el cambio climático y adaptarse a él

- 15.30 **Introducción**
Moderadora: Sra. Kitisri Sukhapinda, abogada de patentes de la Oficina de Política y Asuntos Internacionales (OPIA), Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos de América (USPTO) (Estados Unidos de América)
- 15.35 **El papel de los derechos de obtentor en los intentos de abordar la adaptación al cambio climático y su mitigación. Ejemplo del Canadá, incluido el sector del fitomejoramiento público**
Sr. Anthony Parker, Comisionado, Oficina de Derechos de Obtentor, Agencia Canadiense de Inspección Alimentaria (CFIA) (Canadá)

- 15.45 **Fitomejoramiento y protección de las obtenciones vegetales: un catalizador para la obtención de variedades vegetales adaptadas a las condiciones climáticas del África subsahariana**
Sr. Hans Adu-Dapaah, experto del CSIR-Crops Research Institute (Ghana)
- 15.55 **Fitomejoramiento y protección de las obtenciones vegetales para la adaptación de variedades al clima japonés**
Sr. Yasunori Ebihara, director de la Oficina de Variedades Vegetales, División de Propiedad Intelectual, Oficina de Exportación y Asuntos Internacionales, Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca (MAFF), Japan
- 16.05 **Preguntas**
- 16.20 **El papel de la protección de las obtenciones vegetales en la promoción del desarrollo de variedades vegetales adaptadas al cambio climático y su mitigación. Ejemplo de Kenya**
Sr. Simon Mucheru Maina, jefe de Certificación de Semillas y Protección de Variedades Vegetales, Servicio de Inspección Fitosanitaria de Kenya (KEPHIS)
- 16.30 **Repercusión del sistema comunitario de protección de variedades en la economía de la Unión Europea y el medio ambiente**
Sr. Francesco Mattina, Presidente, Oficina Comunitaria de Variedades Vegetales (OCVV) y Sr. Nathan Wajzman, Economista Jefe de la Oficina Europea de la Propiedad Intelectual (EUIPO)
- 16.40 **Preguntas**
- 16.55 **Conclusión de la sesión**
Moderadora: Sra. Kitisri Sukhapinda
- 17.00 **Observaciones finales**
Sr. Marien Valstar, presidente del Consejo de la UPOV

Miércoles 26 de octubre de 2022

- 16.00 **Bienvenida y alocuciones de apertura**
Sr. Marien Valstar, presidente del Consejo de la UPOV
- 16.05 **Informe de las sesiones temáticas**
Moderador: Sr. Peter Button, secretario general adjunto de la UPOV
- 16.10 **Informe sobre la sesión temática 1: el cambio climático y su efecto en la producción agrícola**
Sr. Marien Valstar, presidente del Consejo de la UPOV
- 16.20 **Informe sobre la sesión temática 2: estrategias para hacer frente al cambio climático en la agricultura**
Sr. Yehan Cui, vicepresidente del Consejo de la UPOV
- 16.30 **Informe sobre la sesión temática 3: fitomejoramiento para la adaptación al cambio climático y su mitigación en la agricultura: perspectivas de cultivos**
Sr. Patrick Ngwediagi, presidente del Comité Administrativo y Jurídico de la UPOV

- 16.40 **Informe sobre la sesión temática 4: fitomejoramiento para la adaptación al cambio climático y su mitigación en la agricultura: estrategias y técnicas de fitomejoramiento**
Sr. Manuel Toro Ugalde, vicepresidente del Comité Administrativo y Jurídico de la UPOV
- 16.50 **Informe sobre la sesión temática 5: papel de la protección de las variedades vegetales en la obtención de nuevas variedades para mitigar el cambio climático y adaptarse a él**
Sra. Kitisri Sukhapinda
- 17.00 **Mesa redonda**
Moderador: Sr. Marien Valstar, presidente del Consejo de la UPOV
- Sr. John Derera, Orador del discurso de apertura
 - Sra. Arianna Giuliadori, WFO
 - Sr. Michael Keller, ISF
 - Sr. Edgar Krieger, CIOFORA
 - Sr. Yehan Cui, moderador de la sesión 2
 - Sr. Patrick Ngwediagi, moderador de la sesión 3
 - Sr. Manuel Toro Ugalde, moderador de la sesión 4
 - Sra. Kitisri Sukhapinda, moderadora de la sesión 5
- 17.50 **Observaciones finales**
Sr. Marien Valstar, presidente del Consejo de la UPOV

BIENVENIDA Y ALOCUCIONES DE APERTURA

Sr. Daren Tang

Secretario general de la UPOV



Sr. Marien Valstar, presidente de Consejo de la UPOV

Estimados participantes, estimados colegas, estimados amigos:

Un afectuoso saludo desde Ginebra. Es un gran placer dirigirme a ustedes hoy.

Los desafíos que implica el cambio climático son claros y considerables.

Como se afirma en el informe más reciente del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), el aumento de las temperaturas es una amenaza grave para la vida humana, la biodiversidad y la infraestructura.

La meteorología extrema está exponiendo a millones de personas a una escasez de alimentos y agua, en especial en el Sur Global.

Las especies vegetales y animales están presentando cambios en su diversidad, comportamiento estacional y hábitats.

Una mayor frecuencia de olas de calor, inundaciones, sequías, incendios y otros peligros climáticos están perjudicando las economías.

Y los cambios en los regímenes de temperatura y lluvia amenazan el rendimiento de cultivos fundamentales.

Para responder a estos hechos, debemos sembrar las semillas de la acción climática en todos los sectores de la economía.

El papel de la agricultura en la mitigación y la adaptación a las amenazas climáticas fue una cuestión que ocupó un lugar destacado en el seminario de la UPOV sobre el efecto de la política de fitomejoramiento y protección de las variedades vegetales.

Ahora llega a nuestros oídos que la protección de las obtenciones vegetales está mejorando la seguridad alimentaria y el sustento de los agricultores de China, Kenya y México.

Oímos que la protección de las obtenciones vegetales apoya el desarrollo del emblemático Pacto Verde de la Unión Europea y la estrategia “De la Granja a la Mesa”.

Y oímos cómo la tecnología agrícola está desarrollando soluciones innovadoras, por ejemplo, por medio de la habilitación de una nueva autoridad de I+D agrícola en los Estados Unidos.

Por este motivo, el Consejo de la UPOV ha convenido en reunir a la comunidad internacional para una sesión dedicada a la función del fitomejoramiento y la protección de las obtenciones vegetales en la lucha contra el cambio climático.

De esta manera, estamos impulsando una de las recomendaciones clave del informe especial del IPCC sobre el cambio climático y la tierra.

En el informe se analizaron diversas opciones políticas y se concluyó que, en este contexto, aumentar el carbono edáfico y la productividad alimentaria están entre las respuestas climáticas más eficaces que tenemos a nuestro alcance.

Las variedades nuevas y mejoradas son importantes en ambos frentes.

Sobre el carbono edáfico, la mejora de la rotación y el desarrollo de variedades de raíces más profundas son dos formas concretas en que las plantas pueden regenerar la fertilidad del suelo y proteger los ecosistemas naturales.

En cuanto a la productividad alimentaria, sabemos que el fitomejoramiento y la protección de las obtenciones vegetales ayudan a aumentar los rendimientos de manera sostenible.

Un estudio de la experiencia de Viet Nam después de una década como miembro de la UPOV reveló que ha disminuido el uso de insumos por hectárea en tierras cultivables, al mismo tiempo que ha aumentado el rendimiento de los cultivos.

Mientras tanto, un artículo reciente de la Unión Europea reveló que el sistema de protección comunitaria de obtenciones vegetales (PCOV) está contribuyendo a disminuir las emisiones de gas de efecto invernadero en más de 60 millones de toneladas cada año.

Estos son solo dos ejemplos de la manera en que el fitomejoramiento y la protección de las obtenciones vegetales están aumentando la productividad alimentaria de manera sostenible.

Nuestra tarea ahora debe ser aumentar este impulso y utilizar la innovación, la tecnología y las prácticas mejoradas para acelerar más la acción climática en beneficio de todos.

Señoras y señores:

En los próximos días, escucharemos las ponencias de expertos de todas las regiones del mundo.

Los invito a aprovechar esta oportunidad para seguir compartiendo sus mejores prácticas con los demás y aprender unos de otros.

Es su compromiso, en la labor de la UPOV y más allá de ella, lo que ayudará a dar forma a respuestas políticas eficaces y a ubicar al planeta en condiciones más sostenibles.

Muchas gracias y deseo que tengan un seminario productivo.



SESIÓN TEMÁTICA 1:

EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

Moderador: Sr. Marien Valstar, presidente del Consejo de la UPOV

Discurso de apertura: Efectos y riesgos derivados del cambio climático para la agricultura: soluciones adaptativas y papel de las obtenciones vegetales

Sr. John Derera, Director Principal de Mejora y Precombinación de Plantas, Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (CGIAR)

Perspectiva de la Organización Mundial de Agricultores (WFO)

Sra. Arianna Giuliadori, secretaria general de la WFO

Perspectiva del International Seed Federation (ISF)

Sr. Michael Keller, secretario general de la ISF

Perspectiva de la Comunidad Internacional de Fitomejoradores de Plantas Hortícolas de Reproducción Asexuada (CIOPORA)

Sr. Edgar Krieger, secretario general de la CIOPORA

Conclusión de la sesión

Moderador: Sr. Marien Valstar, presidente del Consejo de la UPOV

EFECTOS Y RIESGOS DE LA AGRICULTURA COMO CONSECUENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO: SOLUCIONES DE ADAPTACIÓN Y PAPEL DE LAS NUEVAS OBTENCIONES VEGETALES

Sr. John Derera

Head of Breeding, International Institute of Tropical Agriculture (IITA)

Sr. John DERERA,¹ Sra. Delphine AMAH,¹ Sr. Casper KAMUTANDO² and Sr. Nyasha CHIURAISE³

INTRODUCCIÓN

El cambio climático sigue siendo uno de los retos más desalentadores para la agricultura y la seguridad alimentaria a nivel mundial. El cambio climático se refiere a los aumentos de temperatura extremos con efectos significativos a nivel mundial, tales como el deshielo de los glaciares, huracanes, inundaciones y sequías más frecuentes. Estos fenómenos meteorológicos extremos también están asociados a los incendios forestales y producen efectos devastadores en la biodiversidad, dado que afectan la supervivencia de especies seleccionadas (Levine y Steele 2021). Además, la variabilidad climática puede modificar el genotipo a través de las interacciones medioambientales, lo cual causa complicaciones en la implementación de variedades de cultivo y afectan significativamente la productividad agrícola con consecuencias graves para la seguridad alimentaria y de nutrición. El objetivo de este artículo es proporcionar una descripción general de los efectos y riesgos en la agricultura como consecuencia del cambio climático, citar algunas experiencias regionales o locales ilustrativas; asimismo destacar los tipos de soluciones de adaptación y el papel que desempeñan las obtenciones vegetales en la adaptación de las comunidades a la crisis del cambio climático.

CAUSAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Las emisiones de gas de efecto invernadero (GEI) causadas por las actividades tanto naturales como humanas, contribuyen al cambio climático. Desde la revolución industrial, las actividades humanas han potenciado drásticamente el efecto invernadero provocando un aumento de la temperatura media de la Tierra de casi 1 °C (Manabe 2019). Según el sexto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (Allan *et al.* 2021), la influencia humana ha provocado el calentamiento de la atmósfera, los océanos y la tierra desde aproximadamente el año 1750, debido al aumento de las concentraciones de GEI. La tierra y el océano han absorbido ±56 % de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) por año a lo largo de las últimas seis décadas. Los incrementos medios anuales de los principales GEI (2011-2019) oscilaron entre 410 partes por millón (ppm) para el CO₂, 1 866 partes por mil millones (ppb) para el metano (CH₄) y 332 ppb para el óxido nitroso (N₂O). Asimismo, el informe del IPCC dirigido a las personas encargadas de la formulación de políticas (Allan *et al.* 2021) enumeró otros GEI que están contribuyendo al calentamiento global y a los cambios en las precipitaciones. Se trata de perfluorocarbonos con 109 partes por billón (ppt) equivalente a CF₄, hexafluoruro de azufre (10 ppt), trifluoruro de nitrógeno (2 ppt), hidrofluorocarbonos (237 ppt), clorofluorocarbonos e hidroclorofluorocarbonos (1 032 ppt).

Como consecuencia de las emisiones de GEI, las temperaturas de superficie a nivel mundial han aumentado al menos 1 °C en relación con los niveles de entre 1850 y 1900. De acuerdo al informe del IPCC (Allan *et al.* 2021), la tendencia muestra que cada una de las últimas cuatro décadas ha sido sucesivamente más cálida que cualquier otra década precedente, desde 1850. Por ejemplo, durante la década de 2001 a 2010, el aumento medio de la temperatura fue de 0,99 °C en un rango de 0,84 °C a 1,10 °C. La década siguiente, de 2011 a 2020, mostró un aumento del calentamiento, con una media superior a 1 °C (1,09 °C) y un rango superior de 0,95 °C a 1,20 °C. Hubo un mayor efecto sobre la tierra, con aumentos mayores de 1,59 °C y en un rango de 1,34 °C a 1,83 °C en comparación con el aumento sobre los océanos, con una media de 0,88 °C y en un rango de 0,68 °C a 1,01 °C.

¹ CGIAR e IITA, PMB 5320, Oyo Rd, Ibadan, Nigeria

² Departamento de Fitotecnia y Tecnología, Universidad de Zimbabwe, MP167, MT Pleasant, Harare, Zimbabwe

³ Seed Co. Ltd, Rattray Arnold Research Station, Harare, Zimbabwe

Los efectos de estas emisiones de gases incluyen variaciones en las precipitaciones anuales, temperatura media, olas de calor, modificaciones en la incidencia y aparición de malas hierbas, plagas o microbios, cambios en el CO₂ atmosférico o en el nivel de ozono, fluctuaciones en el nivel del mar e incluso pérdida de la biodiversidad. Las alteraciones en el medio ambiente agroecológico afectan como consecuencia el crecimiento y el rendimiento de los cultivos.

EFECTO Y RIESGO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL CRECIMIENTO AGRÍCOLA

Aunque el efecto del aumento del calentamiento se da a nivel mundial, el efecto inmediato para los países en desarrollo con tecnologías u opciones de variedades de cultivo limitadas para hacer frente al cambio climático es desalentador. Las tendencias climáticas observadas en las últimas décadas ya afectan la agricultura, con la probabilidad de cambiar la distribución y la productividad de los principales cultivos (Thornton *et al.* 2018). El cambio climático podría tener efectos catastróficos en la producción de cereales, con una reducción prevista del 20 % en la producción de trigo y maíz solo en África. Este reto importante exige, por tanto, una acción transformadora para combatir el cambio climático y las alteraciones asociadas en la agricultura y los sistemas alimentarios (Campbell *et al.* 2018). Los efectos del cambio climático en la seguridad alimentaria a través de las complejas interacciones de los factores abióticos y bióticos que afectan la agricultura están ampliamente documentados.

El aumento de la temperatura y el estrés hídrico perjudican la productividad agrícola mundial, especialmente en los países tropicales. El aumento de las temperaturas afecta el ciclo hidrológico y la productividad agrícola debido al aumento de la evaporación, la aceleración del ciclo hidrológico global, el aumento de la sequedad en las zonas subtropicales y el aumento de las precipitaciones en las latitudes más altas. El aumento de la temperatura (1 °C-3 °C), así como los cambios en la concentración de CO₂ y en los regímenes pluviométricos en las zonas templadas, podrían tener efectos positivos, tales como el aumento de la productividad gracias al aprovechamiento de una temporada de cultivo más larga. Sin embargo, los cambios climáticos provocan un descenso general de la productividad agrícola en entornos tropicales y subtropicales. Los fenómenos meteorológicos extremos representan una grave amenaza para la agricultura menos desarrollada de los entornos tropicales o de baja latitud. El cambio climático provoca una disminución de la producción al limitar la duración de la temporada de cultivo y tiene efectos negativos directos sobre la captación de recursos y los procesos que inciden en el crecimiento y el rendimiento, tal como la aceleración de la madurez de los cultivos o la reducción de la duración del área foliar que compromete la acumulación de asimilados por medio de la fotosíntesis. Ortiz-Bobea *et al.* (2021) citó una pérdida de entre el 21 % y el 34 % del crecimiento de la productividad agrícola mundial desde 1961, aproximadamente de entre el 26 % y el 30 % en África, América Latina y el Caribe. El efecto de la reducción de la productividad es naturalmente alto en las explotaciones de pequeñas tierras en los países en desarrollo, porque los agricultores tienen opciones tecnológicas limitadas, menor disponibilidad de tierras agrícolas debido a la urbanización y, en general, hay una falta de capital para aplicar estrategias de mitigación.

Los aumentos máximos de temperatura en Zimbabwe pueden ilustrarse con los fenómenos El Niño de las temporadas 2015 a 2016 y 1990 a 1991 frente a la media de 35 años asociada a una severa sequía que causó hambre y redujo el crecimiento económico. Un ejemplo local del aumento de temperatura debido a este fenómeno meteorológico extremo se registró en la Estación de Investigación Rattray Arnold cerca de Harare, en Zimbabwe. Las temperaturas extremas mostraron un aumento de las temperaturas diurnas de entre 0,2 °C y 1,4 °C durante 2015 a 2016 (Tabla 1) en un entorno no industrializado. Mientras que durante la temporada 1991 a 1992, la estación registró mayores aumentos de temperatura que oscilaron entre 0,3 °C y 3,3 °C (Tabla 2).

| Año | jul. | ago. | sep. | oct. | nov. | dic. | ene. | feb. | mar. |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 2015/16 | 22,8 | 24,7 | 28,0 | 30,4 | 30,6 | 29,1 | 27,6 | 28,6 | 26,1 |
| media de 35 años | 22,2 | 24,5 | 27,7 | 29,2 | 29,2 | 27,8 | 27,4 | 27,2 | 27,1 |
| Cambio | 0,6 | 0,2 | 0,3 | 1,2 | 1,4 | 1,3 | 0,2 | 1,4 | -1,0 |

Tabla 1. Estación Rattray Arnold, temperatura máxima en 2015 a 2016 frente a la media de 35 años de la temporada que finalizó en 2015/16.

| AÑO | jul. | ago. | sep. | oct. | nov. | dic. | ene. | feb. | mar. | abr. | may. | jun. |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1990/91 | 25,3 | 24,8 | 28,2 | 31,7 | 31,2 | 31,0 | 29,2 | 29,9 | 29,7 | 27,2 | 25,5 | 25,3 |
| media de 34 años | 22,1 | 24,5 | 27,7 | 29,1 | 29,1 | 27,7 | 27,4 | 27,1 | 27,1 | 25,8 | 24,5 | 22,7 |
| Cambio | 3,2 | 0,3 | 0,5 | 2,6 | 2,1 | 3,3 | 1,8 | 2,8 | 2,6 | 1,4 | 1,0 | 2,6 |

Tabla 2. Estación Rattray Arnold, temperatura máxima en 1990 a 1991 frente a la media de 34 años de la temporada que finalizó en 2014/15.

Los aumentos de temperatura durante el fenómeno El Niño en comparación con la media a largo plazo de las temporadas de cultivo en 1991 a 1992 y 2015 a 2016 también se muestran de manera gráfica en las Figuras 1 y 2.

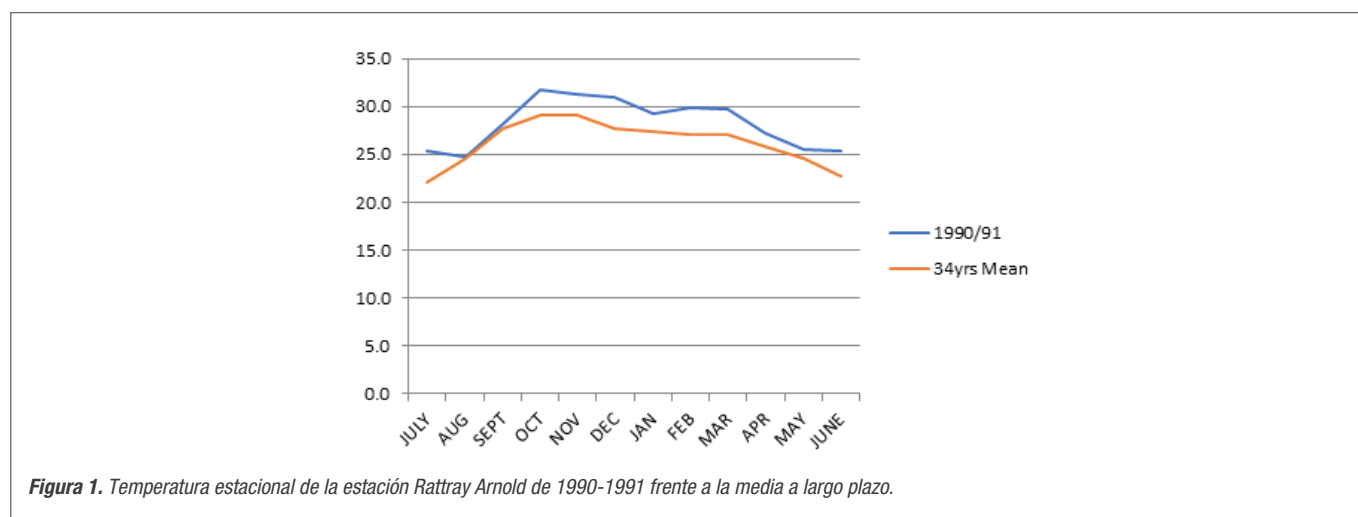


Figura 1. Temperatura estacional de la estación Rattray Arnold de 1990-1991 frente a la media a largo plazo.

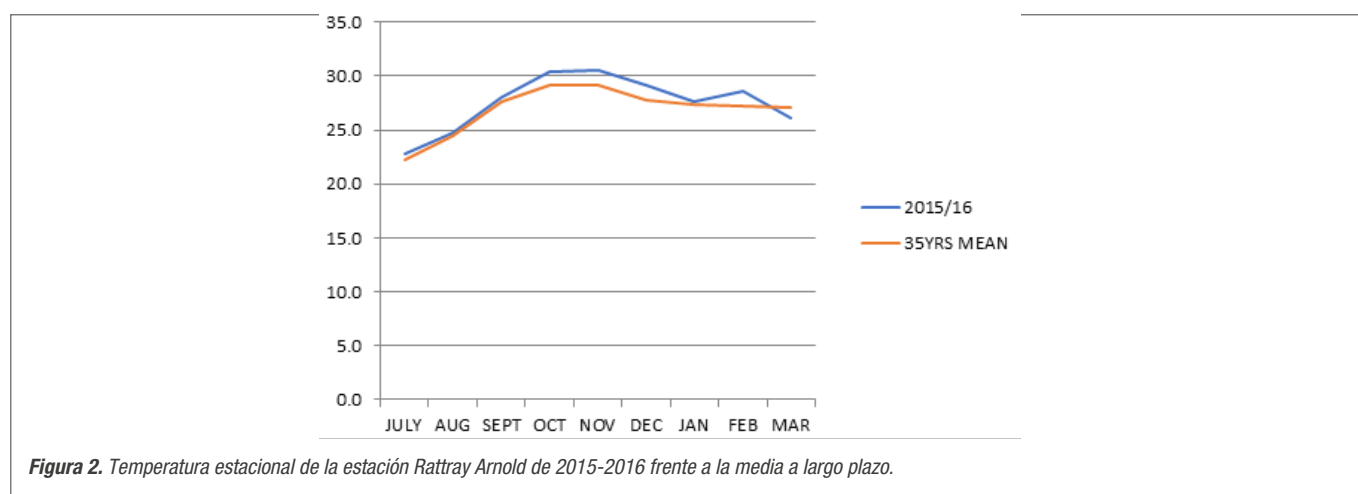


Figura 2. Temperatura estacional de la estación Rattray Arnold de 2015-2016 frente a la media a largo plazo.

Como consecuencia de estos aumentos de temperatura, la estación y la región están experimentando la aparición de nuevas enfermedades y plagas de insectos, por ejemplo, de la oruga militar tardía (FAW), que tiene altos niveles de incidencia en África oriental y meridional (Figura 3). Esta plaga de insectos causa graves daños en el follaje y el grano del maíz, lo que provoca pérdidas devastadoras que ascienden del 12 % al 53 % de pérdida de rendimiento, como se ha registrado en el África subsahariana (Matova et al. 2020).



Figura 3. Daños en el follaje provocados por la FAW que pueden provocar grandes pérdidas de rendimiento en las parcelas de los pequeños agricultores si el maíz se cultiva sin aplicar plaguicidas.

El análisis de la magnitud y la frecuencia de la variabilidad climática y del rendimiento de cultivos, tal como el maíz, el arroz, la soja y el trigo que utilizan datos históricos desde 1981 hasta 2016 que consideran sequías multiescala reveló una mayor susceptibilidad del rendimiento mundial bajo patrones de sequía complejos que la evaluada anteriormente (Santini *et al.* 2022). Bradshaw *et al.* (2022) analizó el efecto de fenómenos climáticos extremos sin precedentes en Sudáfrica y sus implicancias para la producción de maíz. La dinámica de la temperatura y las precipitaciones por la aparición de los fenómenos *El Niño* y *La Niña* provoca graves problemas y reduce la productividad agrícola en África meridional, por ejemplo. Los años de *La Niña* traen consigo condiciones de cultivo que se acercan o se aproximan a las óptimas, mientras que los años de *El Niño* dan lugar a condiciones de cultivo estresantes de calor y sequía combinados en la región. El aumento de las temperaturas de enero a marzo representa una amenaza para el crecimiento de la productividad agrícola en la región, que abarca Sudáfrica, Zimbabue, Zambia, Malawi, Mozambique y el sur de Tanzania. Esto suele ir acompañado de un aumento de la duración de los períodos de sequía durante las fases de crecimiento reproductivo, que reduce drásticamente el rendimiento del grano de maíz. El aumento de la duración de los períodos húmedos durante *La Niña* provoca anegamientos; asimismo, la excesiva humedad reduce el rendimiento del grano de maíz y suele ir acompañada de la aparición de numerosas enfermedades foliares y del grano. Según Bradshaw *et al.* (2022), las disminuciones del rendimiento del grano de maíz asociadas a los fenómenos de *El Niño* tienden a ser mayores que los correspondientes aumentos del rendimiento durante los fenómenos de *La Niña*. Este fenómeno explica en parte la aparición frecuente del déficit alimentario en la mayoría de los países de la región. Los agricultores de la región necesitan variedades de cultivo que toleren el estrés biótico y abiótico para hacer frente a estos fenómenos meteorológicos extremos.

SOLUCIONES DE ADAPTACIÓN PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO: AGRONOMÍA Y PRÁCTICAS CULTURALES

La agricultura también contribuye al cambio climático a través de las emisiones antropogénicas de aproximadamente un 25 % de gases de efecto invernadero y la conversión de tierras no agrícolas, tales como los bosques, en tierras agrícolas, que afectan el equilibrio de carbono. Por esta razón, los cambios culturales en las prácticas agrícolas minimizarán la amenaza permanente del cambio climático a la seguridad alimentaria en países en desarrollo. Adoptar prácticas agrícolas que contribuyan a captar el carbono en exceso generado por la agricultura propiamente dicha y otras industrias debe formar parte del paquete de soluciones de adaptación al cambio climático. Esto incluye la cultura de conservación del suelo, la reducción de la labranza, la ampliación de las rotaciones de cultivos, la plantación de cultivos de cobertura, la integración de la ganadería en los sistemas de producción de cultivos y el cultivo de variedades resistentes al cambio climático. Las prácticas, tales como la modificación de la época de siembra y cosecha, la rotación de cultivos y el riego ofrecen un gran potencial de adaptabilidad de los cultivos frente al cambio climático (Raza *et al.* 2019). La eficacia del riego para minimizar el impacto de los efectos del cambio climático es evidente. Por ejemplo, el manejo del cultivo del banano mediante el riego duplicaría tanto la producción como la superficie apta para el cultivo del banano en comparación con los niveles actuales en condiciones de secano. Sin embargo, los pequeños agricultores del África subsahariana carecen de acceso tanto al agua como a las infraestructuras necesarias para el riego. Los cultivos predominan en los trópicos húmedos y

son de secano. Esto exige soluciones agrícolas que combinen la mejora de los cultivos y la obtención más rápida de nuevas variedades de cultivos resistentes al cambio climático mediante técnicas modernas de fitomejoramiento, con mejoras y cambios concomitantes en las prácticas culturales y agronómicas.

SOLUCIONES DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO: EL PAPEL DE LAS NUEVAS OBTENCIONES VEGETALES

El papel clave del fitomejoramiento en la agricultura es desarrollar variedades genéticamente superiores que tengan valor para el cultivo y el uso en el entorno de producción objetivo. La contribución del fitomejoramiento a la mejora de la productividad agrícola ha quedado demostrada por los increíbles aumentos del rendimiento de la mayoría de los principales cultivos, tales como el maíz, la soja, el sorgo, el trigo, el arroz y la soja desde la Segunda Guerra Mundial. Al menos del 50 % al 60 % del aumento del rendimiento del maíz y otros cultivos es atribuible a mejoras genéticas. Esto indica que las inversiones en fitomejoramiento mejorarán significativamente la productividad agrícola mediante mejoras genéticas en un clima cambiante. Los programas de fitomejoramiento del Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) se centran en la mejora de variedades para que resistan a enfermedades y plagas, y toleren el estrés abiótico, tal como las altas y bajas temperaturas, el exceso de agua o las inundaciones, la sequía, la alta salinidad y los suelos alcalinos; retos que se plantean en una crisis climática. Las nuevas iniciativas del CGIAR sobre bancos de genes, el fitomejoramiento acelerado para satisfacer las necesidades de los agricultores con cultivos nutritivos y resistentes al clima y las inversiones en recursos de mejora, igualdad de semillas, inteligencia de mercado e iniciativas fitosanitarias acelerarán la entrega de productos climáticamente inteligentes a los pequeños agricultores de los países tropicales. Estas iniciativas están diseñadas para permitir que los programas de fitomejoramiento logren una capacidad de aumento continuo de la ganancia genética ante los retos del cambio climático y ofrezcan nuevas variedades de forma eficaz a través de la red de asociaciones que comprende la colaboración entre el sector privado y los sistemas nacionales de investigación y extensión agrícola (NARES). La modernización de los programas públicos para ofrecer variedades adecuadas al mercado y resistentes al cambio climático requerirá un plan de germoplasma sostenible y la optimización del plan de dotación de recursos. Por ejemplo, Thiele *et al.* (2017) propuso un marco para el fitomejoramiento climáticamente inteligente de cultivos de propagación vegetativa que son importantes alimentos básicos para el SSA. El marco destaca seis pasos que abordan la ampliación de los modelos de cambio climático, la identificación y priorización de los rasgos que responden al cambio climático, el fitomejoramiento y la selección varietal, el fenotipado y la investigación genómica; así como el desarrollo y despliegue de semillas y opciones de gestión para variedades climáticamente inteligentes.

Los avances recientes en nuevas herramientas de fitomejoramiento, como la genómica en combinación con el fenotipado de alto rendimiento y precisión, facilitan la identificación de genes que controlan rasgos bióticos y abióticos críticos. El descubrimiento de estos genes puede combinarse ahora con técnicas de edición del genoma para desarrollar rápidamente variedades de cultivo resistentes al clima, con mejor tolerancia al estrés biótico y abiótico y mayor valor nutritivo. Los centros de investigación del CGIAR, tales como el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA), han realizado enormes avances en la obtención de variedades de maíz climáticamente inteligentes en el África subsahariana y han demostrado la eficacia del fitomejoramiento para contribuir con soluciones a la disminución de la productividad agrícola en medio de la crisis mundial del cambio climático. El proyecto denominado Aceleración de ganancia genética (AGG) en maíz y trigo del CIMMYT, el IITA, NARES y la red de fitomejoramiento de pequeñas y medianas empresas de semillas (pymes) ha mostrado avances significativos en la obtención de variedades de maíz tolerantes al estrés y sensibles a los insumos. Como parte de dicho proyecto, se implementaron por lo menos 69 nuevas variedades adaptadas a las condiciones climáticas en toda África subsahariana en el período de 2020 a 2021. Los niveles de rendimiento de estas variedades alcanzaron máximos históricos de 9 t/ha a 15 t/ha en algunos lugares, lo que indica la viabilidad de la obtención de híbridos y variedades de maíz resistentes al clima que se adapten a varios tipos de estrés biótico y abiótico en una crisis climática.

CONCLUSIÓN Y PERSPECTIVAS

El cambio climático podría provocar efectos catastróficos en la productividad agrícola a través de los aumentos de las emisiones de gas de efecto invernadero. El cambio climático plantea retos como el aumento de la incidencia y la gravedad del estrés biótico y abiótico, que han puesto en peligro la producción de cultivos y, al hacerlo, provocaron un desajuste entre la producción de alimentos y las tasas de crecimiento de la población, especialmente en los países en desarrollo y en los entornos tropicales. Esto exige que la comunidad de investigación y desarrollo agrícola colabore en la lucha contra el cambio climático y sus efectos. La agricultura contribuye al cambio climático, por lo tanto, es necesario adoptar prácticas agrícolas que contribuyan a la captura del carbono en exceso mediante la agricultura y otras industrias. Las inversiones en investigación y la aplicación de prácticas agronómicas mejoradas y el desarrollo de nuevas variedades de cultivo y resistentes al clima contribuirían a mejorar increíblemente el rendimiento en una crisis de cambio climático. Esto puede impulsarse al fortalecer la colaboración y las asociaciones de los sectores público y privado, las redes de fitomejoramiento del CGIAR y NARES/pymes, así como la protección de las innovaciones/variedades, mediante el uso de sistemas eficaces sui generis de protección de las obtenciones vegetales de la UPOV.

REFERENCIAS

- Allan, R.P., Hawkins, E., Bellouin, N. and Collins, B. (2021) IPCC, 2021: Summary for policymakers. In: Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S.L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M.I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J.B.R., Maycock, T.K., Waterfield, T., Yelekçi, O., Yu, R. and Zhou, B. (eds) *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, pp. 3–32.
- Bradshaw, C.D., Pope, E., Kay, G., Davie, J.C., Cottrell, A., Bacon, J., Cosse, A., Dunstone, N., Jennings, S., Challinor, A. and Chapman, S. (2022) Unprecedented climate extremes in South Africa and implications for maize production. *Environmental Research Letters* 17 (8): 084028.
- Campbell, B.M., Hansen, J., Rioux, J., Stirling, C.M. and Twomlow, S. (2018) Urgent action to combat climate change and its impacts (SDG 13): transforming agriculture and food systems. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 34: 13–20.
- Levine, M.D. and Steele, R.V. (2021) Climate change: what we know and what is to be done. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment* 101: e388.
- Manabe, S. (2019) Role of greenhouse gas in climate change. *Tellus A: Dynamic Meteorology and Oceanography* 71 (1): 1620078.
- Matova, P.M., Kamutando, C.N., Magorokosho, C., Kutwayo, D., Gutsa, F. and Labuschagne, M. (2020) Fall-armyworm invasion, control practices and resistance breeding in sub-Saharan Africa. *Crop Science* 60 (6): 2951–2970.
- Ortiz-Bobea, A., Ault, T.R., Carrillo, C.M., Chambers, R.G. and Lobell, D.B. (2021) Anthropogenic climate change has slowed global agricultural productivity growth. *Nature Climate Change* 11 (4): 306–312.
- Raza, A., Razzaq, A., Mehmood, S.S., Zou, X., Zhang, X., Lv, Y. and Xu, J. (2019) Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome: a review. *Plants* 8 (2): 34.
- Santini, M., Noce, S., Antonelli, M. and Caporaso, L. (2022) Complex drought patterns robustly explain global yield loss for major crops. *Scientific Reports* 12 (1): 1–17.
- Thiele, G., Khan, A., Heider, B., Kroschel, J., Harahagazwe, D., Andrade, M., Bonierbale, M., Friedmann, M., Gemenet, D., Cherinet, M. and Quiroz, R., 2017. Roots, tubers and bananas: planning and research for climate resilience. *Open Agriculture* 2 (1): 350–361.
- Thornton, P., Dinesh, D., Cramer, L., Loboguerrero, A.M. and Campbell, B. (2018) Agriculture in a changing climate: keeping our cool in the face of the hothouse. *Outlook on Agriculture* 47 (4): 283–290.

Vortrag auf dem Seminar



Impacts and risks to agriculture from climate change: adaptation solutions and the role of new plant varieties

John Derera, Senior Director – Plant Breeding & Pre-Breeding, One-CGIAR

Impacts and risks to agriculture from climate change: adaptation solutions and the role of new plant varieties



Content

- Green house gases emission
- Increased temperature and precipitation
- Risks of Climate change
- Case study examples
- Adaptation solutions
- The role of plant breeding

Human influence has warmed the atmosphere, ocean and land since around 1750 (IPCC, 2021 Summary for Policymakers)



Increases in Greenhouse Gas (GHG) concentrations caused by human activities

Land and ocean have taken up $\pm 56\%$ of CO₂ emissions per year over the past 6 decades

Annual average increases of GHGs (2011-2019)

- 410 parts per million (ppm) for carbon dioxide (CO₂)
- 1866 parts per billion (ppb) for methane (CH₄)
- 332 ppb for nitrous oxide (N₂O)

Other GHGs (2019)

- Perfluorocarbons (PFCs) – 109 parts per trillion (ppt) CF₄ equivalent;
- Sulphur hexafluoride (SF₆) – 10 ppt
- Nitrogen trifluoride (NF₃) – 2 ppt
- Hydrofluorocarbons (HFCs) – 237 ppt
- Chlorofluorocarbons (CFCs) and hydrochlorofluorocarbons (HCFCs) – 1032 ppt

www.cgiar.org IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. et al (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 3–32, doi:10.1017/9781009157896.001

As a result of GHG emissions the Global surface temperatures have increased relative to levels of 1850-1900



Each of the last four decades has been successively warmer than any decade that preceded it since 1850.

- 2001–2020 was **0.99 °C** [0.84 to 1.10] higher than 1850–1900
- 2011–2020 was **1.09 °C** [0.95 to 1.20] higher than 1850–1900
- Larger increases over land of **1.59 °C** [1.34 to 1.83] higher than 1850–1900
- Increase over ocean of **0.88 °C** [0.68 to 1.01] higher than 1850–1900

www.cgiar.org IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. et al (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 3–32, doi:10.1017/9781009157896.001

Increases in temp & water-related stresses affect global agricultural productivity



Increased productivity in temperate environments

- Increased temperature (1–3°C), CO₂ & rainfall changes
- Extended growing season

A decline in productivity in tropical and subtropical environments

- More frequent extreme weather (drought, heat, flood)
- Lower production by limiting the length of the growing season
- Implications: compromised resource capture and processes underpinning growth and yield

Extreme weather events posing a serious threat to agriculture in the tropics*

- An estimated **21-34% loss in global** agricultural productivity growth since 1961
- About **26-30% in Africa**, Latin America and Caribbean
- Impact of reduce productivity high on small land holding
- Limited technology options
- Reduced availability of agricultural land due to urbanization
- Lack of capital to mitigate

*(Ariel Ortiz-Bobea et al. 2021 Nature Climate Change (VOL 11: 306–312) | www.nature.com/natureclimatechange)

www.cgiar.org

Excesses of temperature and precipitation - El Niño & La Niña events affects agricultural productivity e.g., in Southern Africa



- **La Niña years** bring the growing conditions closer towards the optimum
- **El Niño years** result in stress growing conditions of heat & drought
- Rising Jan - Mar temperatures posing a threat to agricultural productivity growth
- Increasing dry spell duration during the reproductive growth stages reduce maize yields
- Increasing wet spell duration leads to waterlogging
 - Excessive wetness reduce maize yield
- Maize yield decreases associated with *El Niño* events tend to be larger than corresponding yield increases during La Niña events.

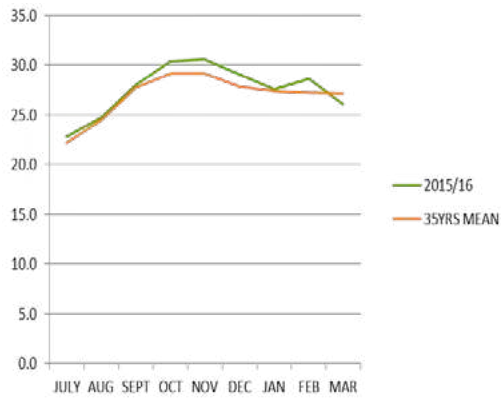
Unprecedented climate extremes in South Africa and implications for maize production. Catherine D Bradshaw et al 2022 Environ. Res. Lett. 17 084028

www.cgiar.org

Maximum temperature increases at Rattray Arnold Research Station, Zimbabwe, during El Niño in 2015-16, 1990-1991 vs 35-yr mean



| Season | JUL | AUG | SEPT | OCT | NOV | DEC | JAN | FEB | MAR | Season | JUL | AUG | SEPT | OCT | NOV | DEC | JAN | FEB | MAR |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 2015/16 | 22.8 | 24.7 | 28.0 | 30.4 | 30.6 | 29.1 | 27.6 | 28.6 | 26.1 | 1990/91 | 25.3 | 24.8 | 28.2 | 31.7 | 31.2 | 31.0 | 29.2 | 29.9 | 29.7 |
| 35-yr mean | 22.2 | 24.5 | 27.7 | 29.2 | 29.2 | 27.8 | 27.4 | 27.2 | 27.1 | 34-yr mean | 22.1 | 24.5 | 27.7 | 29.1 | 29.1 | 27.7 | 27.4 | 27.1 | 27.1 |
| Change | 0.6 | 0.2 | 0.3 | 1.2 | 1.4 | 1.3 | 0.2 | 1.4 | - 1.0 | Change | 3.2 | 0.3 | 0.5 | 2.6 | 2.1 | 3.3 | 1.8 | 2.8 | 2.6 |



www.cgiar.org

Rising temperatures support Emergence of new pests in new places - the case of devastating fall armyworm in sub-Saharan Africa



www.cgiar.org

Adaptation solutions & the role of new plant varieties



Agriculture contributes to climate change

- Agricultural emissions contribute about 25% GHGs which must be reduced
- Conversion of forests to agricultural land

Therefore, there is need to adopt agricultural practices that contribute to capturing the excess carbon generated by agriculture, and other industries

- Intensification of agriculture will reduce deforestation
- Reducing tillage, expanding crop rotations, planting cover crops
- Integrating livestock into crop production systems
- Irrigation
- Breeding climate change resilient crop varieties

www.cgiar.org

CGIAR Research program on climate change and food security



Nutrition, Health &
Food Security



Poverty Reduction,
Livelihoods & Jobs



Gender Equality, Youth
& Social Inclusion



Climate Adaptation &
Mitigation

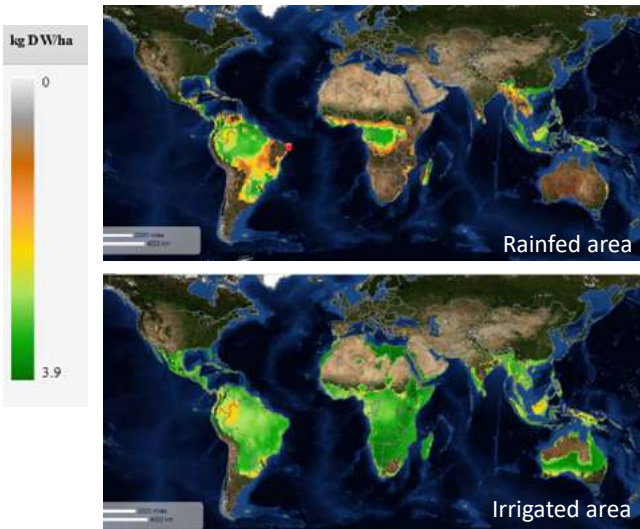


Environmental Health
& Biodiversity

- Research on climate-smart technologies and practices to transition to climate-smart agriculture at a large scale
- Reduction of GHG emissions and increase carbon sequestration in the agriculture sector
- Effective climate information & advisory services for farmers and climate-informed safety net interventions
- Increased production and distribution of burdens and benefits in agriculture among women and men
- Fast-track solutions to millions of farmers and food system actors

www.cgiar.org

Agronomic interventions such as irrigation can increase banana production area and productivity



Left: Leaf folding due to moisture stress.

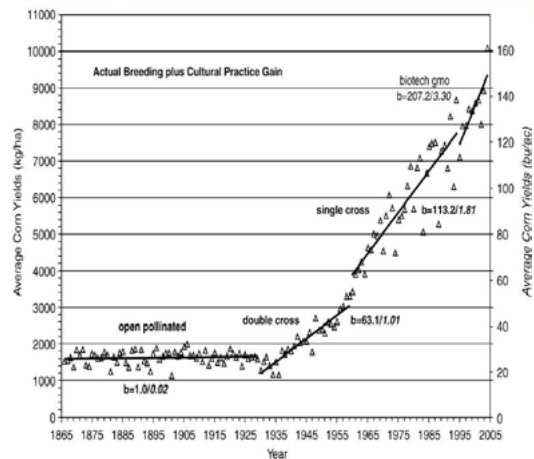
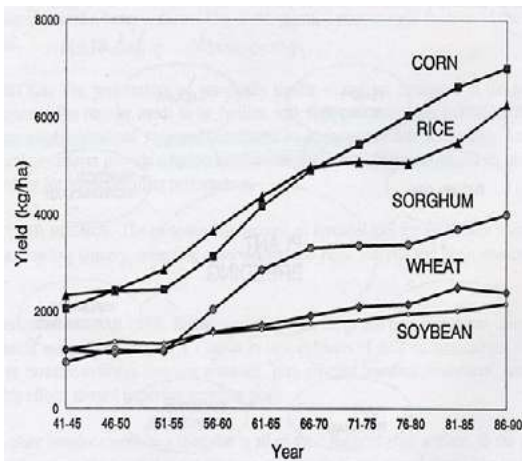
Below: Areal imaging of banana canopy show leaf area index changes due to moisture stress



Courtesy, Bioscience Engineering, Biosystems, TPL

www.cgiar.org

The role of new plant varieties- incredible yield improvements in a changing climate – a result of genetics improvements

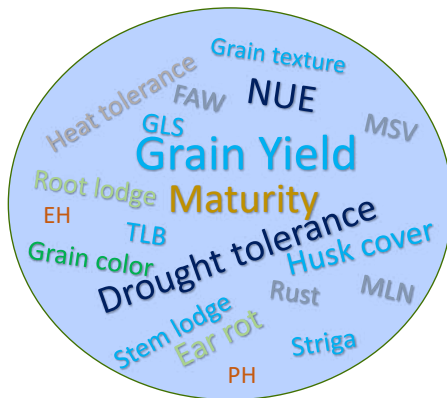


- At least 50-60% of yield increases of USA maize (corn) is attributable to genetic improvement
- CGIAR breeding programs target variety improvements for disease and pest resistance, and abiotic stress resistance (high/low temperature, excessive water/flooding, drought, high salinity, alkaline soils).
- This results in continual increase of genetic gain under climate challenges

CIMMYT & IITA have made a tremendous progress to deliver climate smart maize varieties



Multiple traits improved to adapt maize to climate change challenges



| No. | Country | # hybrids | Center |
|-----|------------|-----------|-------------|
| 1 | Ethiopia | 2 | CIMMYT |
| 2 | Ghana | 5 | IITA |
| 3 | Kenya | 8 | CIMMYT |
| 4 | Malawi | 4 | CIMMYT |
| 5 | Mozambique | 1 | CIMMYT |
| 6 | Nigeria | 20 | IITA/CIMMYT |
| 7 | Rwanda | 4 | CIMMYT |
| 8 | Tanzania | 2 | CIMMYT |
| 9 | Zambia | 15 | CIMMYT/IITA |
| 10 | Zimbabwe | 8 | CIMMYT |

Accelerated Genetic Gain (AGG) project making significant gains in delivering stress tolerant & input responsive maize varieties. 69 new varieties deployed across SSA in 2020-2021. Yield levels of 9-15 t/ha recorded.

www.cgiar.org



Conclusion



Climate change could cause catastrophic effects on agricultural productivity through increases of GHG emission

Agriculture contributes to climate change therefore, there is need to adopt agricultural practices that contribute to capturing the excess carbon generated by agriculture, and other industries

Improved agronomic practices and development of new plant varieties could contribute to incredible yield improvements in a changing climate

www.cgiar.org

Thank You!



PERSPECTIVA DE LOS AGRICULTORES SOBRE PROPICIAR UNA AGRICULTURA QUE MITIGUE Y SE ADAPTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

Sra. Arianna GIULIODORI

Secretaria general de la Organización Mundial de Agricultores (WFO)

La Organización Mundial de Agricultores (WFO), a la cual tengo el honor de prestar mis servicios como secretaria general, se creó hace apenas 11 años. Sin embargo, creció rápidamente hasta convertirse en la voz independiente más importante de los agricultores a nivel mundial, en representación de la comunidad agrícola, sin distinción de género, edad o tamaño de las propiedades agrícolas: pequeña, mediana o a gran escala, en todos los procesos internacionales pertinentes.

La WFO está organizada en seis grupos regionales (África, Asia, Europa, Latinoamérica, Norteamérica y Oceanía), cada uno de ellos con su propia especificidad e historia para contar, y es nuestro compromiso traerlas al escenario mundial para que la voz de cada continente pueda ser escuchada. Hasta el momento, la WFO cuenta con 78 miembros, con 54 países representados y con más de 1 200 millones de agricultores en todo el mundo.

Lo que nos importa es mejorar los lugares que ocupan los agricultores en debates internacionales pertinentes mediante el apoyo de sus valores y soluciones. Los agricultores impulsan nuestras actividades con un auténtico enfoque ascendente que nos permite defender las necesidades y expectativas reales de la comunidad agrícola.

La transformación de los sistemas alimentarios, el cambio climático, la seguridad alimentaria y la nutrición, el comercio y la cadena de valor, la ganadería, “Una sola salud” y la resistencia a los antimicrobianos (RAM), las cooperativas, la innovación, el empoderamiento de los jóvenes y las mujeres, la naturaleza y la biodiversidad representan todas las áreas en las que los líderes de los agricultores de las organizaciones miembros de la WFO de todo el mundo, con motivo de la Asamblea General, han expresado su deseo de ser activos, participar y comprometerse para impulsar el cambio y ocupar lugares desde los cuales defender sobre el escenario mundial.

El cambio climático es una de las cuestiones más cruciales para los agricultores, y los miembros de la WFO decidieron pasar de un enfoque reactivo a uno proactivo, mediante la adopción de una perspectiva diferente en la que los agricultores toman lugar en el asiento del conductor y lanzan el claro mensaje de que son una parte esencial de la solución para afrontar los retos de la lucha contra el cambio climático y sus efectos.

En 2018, la WFO propuso una nueva agenda según la cual todos los actores relevantes que integran la cadena de valor alimentaria, las instituciones de investigación, las asociaciones del sector privado, la sociedad civil, las organizaciones multilaterales y los socios de los medios de comunicación, trabajan en conjunto con los agricultores para fortalecer su capacidad de influir en los procesos de toma de decisiones con respecto a la agricultura y al cambio climático.

Esta iniciativa, que surge bajo el nombre de “TheClimakers”, es una alianza entre diversas partes interesadas que propone soluciones para el cambio climático impulsadas por los agricultores, basada en la ciencia y orientada a los resultados.

Nuestra meta principal es definir un escenario donde tenga lugar un triple triunfo: GANAN los gobiernos por cuanto implementan con éxito el Convenio de París en agricultura; GANAN los agricultores y los sistemas alimentarios más amplios, así como las cadenas de valor, ya que pueden ser sostenibles en todas las dimensiones para prosperar en el futuro; y por último, pero no menos importante, GANAMOS todos los habitantes de este planeta que merecemos vivir en un lugar más saludable.

Bajo la iniciativa conocida como The Climakers, mantuvimos y seguimos manteniendo diálogos y consultas con agricultores de todo el mundo para conocer más sobre los efectos más significativos del cambio climático en sus actividades cotidianas y lo que necesitan para mitigarlos y adaptarse a ellos.

Lo que ha surgido con claridad es que los agricultores sienten el cambio climático en sus propiedades agrícolas y necesitan ayuda en términos de servicios de extensión y apoyo en cuanto a los programas para innovar e impulsar el cambio. Sobre todo, necesitan intercambiar conocimientos sobre nuevas técnicas o soluciones para implementar en sus propiedades agrícolas.

A menudo, se carece de un entorno propicio y de marcos políticos coherentes con los retos a los que se enfrentan; no se trata de que los agricultores no sepan cómo mejorar la resiliencia o no contribuyan lo suficiente a la mitigación.

Sin embargo, no estoy aquí para compartir lo que a los agricultores les falta o lo que es motivo de sus reclamos. Estoy aquí para destacar ejemplos provenientes de agricultores de todo el mundo que implementan nuevas técnicas y soluciones.

Por ejemplo, en Alemania, nuestros miembros están trabajando para mejorar la calidad del suelo, adoptar prácticas, tales como la labranza mínima o mejorar la capacidad de retención de agua en el suelo y generar una excelente adaptación a posibles fenómenos de sequía. Si nos vamos hacia el otro lado del planeta, en Viet Nam, Hop Tien Agricultural Cooperative está promoviendo la adopción de las mejores tecnologías disponibles para combinar la ciencia con las necesidades de los pequeños agricultores de modo que hayan mejorado la resistencia vegetal a los fenómenos meteorológicos extremos. En Kenya, nuestro miembro en este país está invirtiendo en educación, un pilar fundamental para poder mejorar los medios de subsistencia de los agricultores; y en particular están invirtiendo para lograr explicar a los agricultores familiares, a las mujeres y a los jóvenes agricultores acerca de la importancia de plantar árboles para trabajar en la mitigación del cambio climático, combinando este esfuerzo de mitigación con el aumento de los medios de subsistencia porque los productos y subproductos procedentes de esta inversión pueden venderse, lo que contribuye así a los medios de subsistencia de la propiedad agrícola familiar. Finalmente, en Uganda, una inversión para cambiar a los sistemas de riego ha garantizado una mayor disponibilidad de agua para la producción y el consumo en el hogar. Estas soluciones reflejan no solo las necesidades de los agricultores en su papel como agentes económicos, sino también las necesidades de sus comunidades.

Hace un año nos asociamos con la UPOV y la International Seed Federation (ISF) para explorar y recopilar las necesidades, limitaciones y expectativas de los agricultores en torno al papel de las nuevas obtenciones vegetales mejoradas frente al cambio climático. El trabajo se llevó a cabo de febrero a junio de 2021, incluida la realización de una consulta a fondo entre los miembros y la comunidad más amplia de agricultores y un diálogo virtual entre agricultores, obtentores y partes interesadas de la cadena de valor.

El 82 % de los agricultores a quienes tuvimos la oportunidad de entrevistar afirmaron que las nuevas obtenciones vegetales mejoradas son esenciales para hacer frente al cambio climático. Asimismo, me gustaría señalar la importancia de por qué los agricultores dieron esa respuesta. En primer lugar, las nuevas obtenciones vegetales mejoradas harían frente de una manera más efectiva a las enfermedades y permitiría la adaptación al cambio climático. Asimismo, estas obtenciones podrían resultar cruciales para la mitigación y adaptación a él. Por último, ante la creciente notoriedad de los fenómenos meteorológicos extremos, nuevas obtenciones vegetales mejoradas podrían dar la respuesta adecuada para ayudar a los agricultores a proteger sus medios de subsistencia y a ser más resilientes.

¿Pero cuáles son las necesidades y expectativas de las comunidades de agricultores cuando se trata de abordar el cambio climático desde el ángulo específico de las nuevas obtenciones vegetales mejoradas? Los agricultores piden tener mejor accesibilidad a las semillas en términos de disponibilidad y asequibilidad, y un año después, con la cuestión de la asequibilidad de los insumos que asustan a muchos productores, tanto del Norte global como del Sur global, debido al conflicto en curso en Ucrania, esta necesidad es crucial hoy más que nunca.

Los agricultores también señalaron que el intercambio de información sobre capacitación y el acceso a los conocimientos sobre nuevas obtenciones vegetales mejoradas siguen generando enormes brechas que hay que abordar, así como la falta de un marco científico normativo propicio claro que facilite el acceso a estos.

También se nos hace un llamamiento, como organizaciones de agricultores, para que mejoremos la forma en que creamos capacidad en todo el mundo, de modo que los agricultores mejor organizados puedan mejorar la forma en que tienen acceso a la mejor innovación disponible. Del lado opuesto de los sistemas alimentarios de la cadena de valor, la educación de los consumidores también se ha destacado como un elemento fundamental en el que debemos invertir para garantizar que podemos generar confianza. Finalmente, los agricultores no pueden alcanzar estos objetivos por su propia cuenta. Nunca ha sido un esfuerzo solitario. Se pretende que se realice en colaboración con otras partes interesadas de la cadena de valor para que, por un lado, podamos interpretar mejor las necesidades y expectativas de los agricultores y, por otro, podamos cooperar mejor en beneficio de todos los agentes implicados.

Falta menos de un mes para la Conferencia sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas de la COP 27. El nivel de atención en torno a los sistemas alimentarios, la producción de alimentos y la agricultura se encuentra en ascenso en el marco de la COP. Las expectativas van en aumento: no solo las expectativas sobre lo que se necesita, sino también las expectativas en torno al hecho de que la agricultura es la solución a los retos que venimos enfrentando. La agricultura está en posición de proporcionar las respuestas que se necesitan, tanto sobre la mitigación como sobre la adaptación, pero también para generar un efecto positivo en la naturaleza que nos rodea. Los agricultores están listos para hacer su contribución. ¿Estarán también otras partes interesadas y otros agentes listos para colaborar y tener éxito?

Vortrag auf dem Seminar




WORLD FARMERS' ORGANISATION

WORLD FARMERS' ORGANISATION

The Biggest Independent Global Farmers' Voice


UPOV - 11 October 2022

Arianna Giuliadori
Secretary General
World Farmers' Organisation



WORLD FARMERS' ORGANISATION


An Organisation made by the Farmers for the Farmers



- **6 Regional Constituencies**
Africa, Asia, Europe, Latin America, North America, Oceania
- **78 Farmers' Organisations from 53 countries**
- **More than 1.2 billion farmers**

Our Headquarters


WFO is the reference organisation representing the farmers' community, regardless of their gender, age, or farm size - small, medium, or large-scale, in all the relevant international processes.


 **WORLD FARMERS' ORGANISATION**

What We Do

We enhance farmers' position in the relevant international debates by supporting their values and propositions

Our **BOTTOM-UP APPROACH** ensures we can advocate for the needs and expectations of the farming community



 **WORLD FARMERS' ORGANISATION**

What we advocate for

Agriculture and climate change

FROM A FARMER – RESPONSIVE APPROACH ↔ **TO A FARMER – DRIVEN APPROACH**

Examples of implementation →

WIPO FOR OFFICIAL USE ONLY



The Climakers

The Climakers
in a nutshell

Overarching
Goal

Conceived by the farmers, The Climakers is a multi-stakeholder alliance proposing solutions to Climate Change that are **farmer-driven, science-based** and **result-oriented**.

Achieving a **WIN-WIN-WIN** scenario:

- ✓ **WIN** for the governments called to successfully implement the Paris Agreement;
- ✓ **WIN** for the FARMERS and the wider agricultural sector and value chain that can be sustainable under all its dimensions;
- ✓ **WIN** for the PEOPLE, who will be healthier and living on a healthier planet



WIPO FOR OFFICIAL USE ONLY



Key messages from the Climakers consultations

- Farmers are deeply aware of being at the heart of Climate Change because they feel it on the farm
- Need for support (extension services, programs, knowledge exchange)
- In many cases there is a lack of appropriate policy frameworks and proper support programs to enhance resilience and contribute to mitigation of climate change



WIPO FOR OFFICIAL USE ONLY



Examples of Farmers' solutions to Climate Change

Germany

For Brenkenhagener Gemues ehfarmers, the best possible way to mitigate the effects of climate change is by improving soil quality. Adopting practices such as minimal tilling enhance water retention in the soil, generating a greater adaptation to drought



Vietnam

Hop Tien Agricultural Cooperative promotes the application of science and technology to actively respond to extreme weather. These new innovative farming methods have improved plant resistance to extreme weather.



Kenya

KENAFF educates smallholder farmers, women, and youth on the importance of planting trees to mitigate climate change. Livelihoods of farmers are improved through the sale of tree seedlings, tree products like fruits from established tree nurseries



Uganda

Diversification of farming methods and the switch to irrigation systems have ensured higher water availability for production and home consumption and improved the health and livelihoods of rural communities



WIPO FOR OFFICIAL USE ONLY



In 2021 WFO, ISF and UPOV partnered to explore and collect farmers' needs, constraints, and expectations around New Improved Plant Varieties, to make sure to promote a farmer driven approach to innovation in this field.

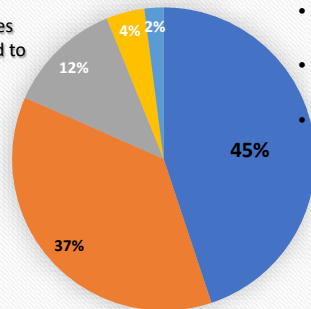
The work was carried from February to June 2021 including a survey and a virtual Dialogue among farmers, breeders and relevant stakeholder of the value chain.

WIPO FOR OFFICIAL USE ONLY

FROM THE SURVEY: New improved plant varieties and climate change

Consider New Improved Plant Varieties important to **respond to climate change**
Rank 1 (no important) to 5 (very important)

82%
said that
New Improved Plant Varieties
are very important to respond to
climate change!



Some «reasons why»

- *“I believe they can influence the way we deal with diseases and adaptation to climate change”*
- *“Both in mitigation and adaptation, this will be crucial for the future”*
- *“With drought and rapid temperature extremes, I think we’re going to have to have plants that can adapt to these realities.”*

WIPO FOR OFFICIAL USE ONLY

Farmers' expectations on New Improved Plant Varieties



KEY EXPECTATIONS AND NEEDS AROUND THE USE OF NEW IMPROVED PLANT VARIETIES

- **Access to seeds** (availability and affordability);
- **Access to training, information and knowledge** on New Improved plant varieties;
- **Enabling regulatory; innovation and scientific framework** to access new improved plant varieties;
- **Organized Agriculture:** Farmers Organisations' as key actors to ensure that farmers of all sizes and everywhere have access to the best available innovation;
- **Consumers' education** in order to build trust around new varieties thanks, among others, to traceability systems;
- **Partnership with stakeholders in the value chain** to ensure farmers' expectations and needs are met building a **cooperation framework** that benefits all the actors involved.

WIPO FOR OFFICIAL USE ONLY



What's next? Towards



- COP27 is behind the corner and WFO is working hard to catalyse the voice of the farmers as coordinator of the UNECCC Farmers' Constituency
- High attention this year on food and agriculture: food systems and agriculture day (12 November) and a first ever food systems pavilion
- Expectations are rising around agriculture as SOLUTION to the challenges we are facing

FARMERS ARE READY TO DO THEIR PART,
ARE YOU, TOO?

PERSPECTIVA DE LA INTERNATIONAL SEED FEDERATION (ISF)

Sr. Michael Keller

Secretario general, International Seed Federation (ISF)

El papel del fitomejoramiento y la protección de las obtenciones vegetales para propiciar que la agricultura mitigue y se adapte al cambio climático es un tema muy importante, que también está teniendo un efecto en nuestra capacidad para hacer frente al reto de la seguridad alimentaria a nivel mundial en un mundo cambiante. Por tal motivo, quisiera agradecer a la UPOV por haber tomado esta iniciativa.

La Figura 1 muestra una imagen que descubrí algunos años atrás durante una reunión de la OCDE en París. Muestra que es importante hablar sobre el cambio climático, pero hay muchos otros factores que tienen un efecto en nuestra capacidad para proporcionar al agricultor la semilla de la mejor calidad perfeccionada, para producir alimentos, piensos y fibra para toda la cadena de valor y para el consumidor.

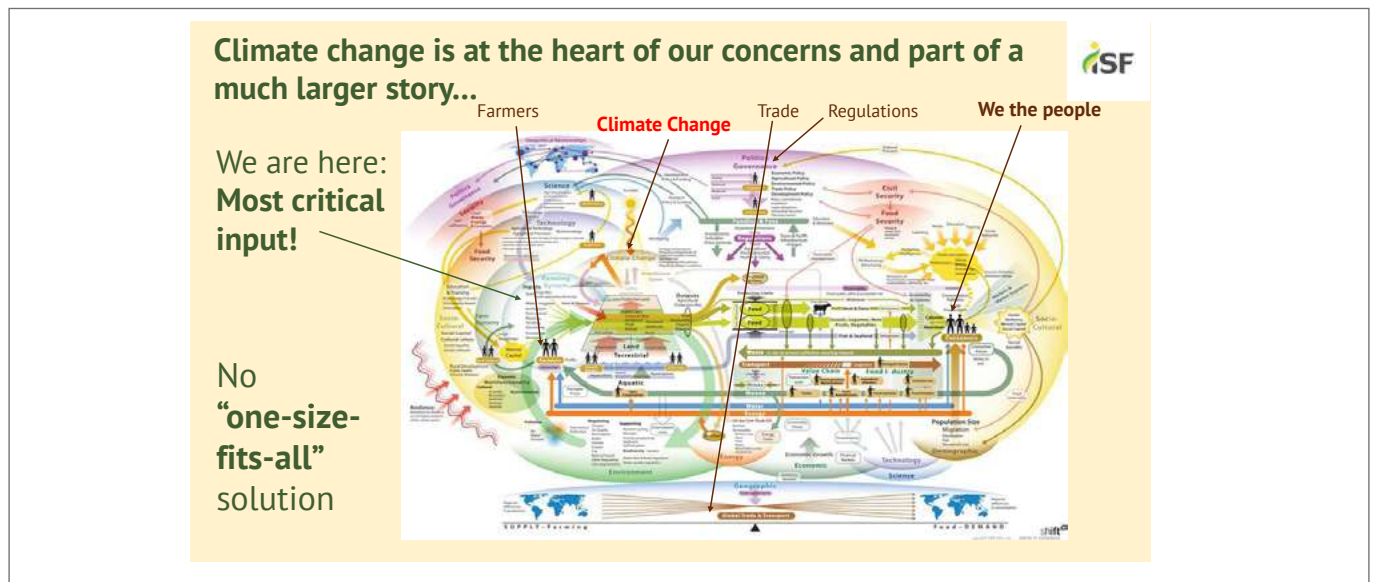


Figura 1 (Fuente: OECD)

Primero, espero que haya consenso de que la semilla es el principal insumo de producción de alimentos y, por lo tanto, tenemos una gran responsabilidad, todos nosotros, de dar una respuesta a los diversos retos y de aumentar nuestra capacidad orientada a seguir con los esfuerzos de fitomejoramiento. No hay una solución única, cualquier variedad mejorada necesita adaptarse localmente y nunca debemos olvidar esto en nuestro debate.

Quisiera recalcar que existe una interdependencia en términos de suministro de semillas y que ningún país en la actualidad tiene independencia en este sentido. Necesitamos tener esto presente al momento de hacer frente a las necesidades de los agricultores en sus campos, así como el efecto del cambio climático; por lo tanto, todo el intercambio de impresiones sobre el comercio y la normativa es fundamental. Este es el panorama en el cual necesitamos poder actuar y proporcionar a los agricultores las mejores variedades perfeccionadas.

Y aquí se muestra de una manera ligeramente diferente, el mismo punto: es como un rompecabezas; necesitamos armar este rompecabezas de manera correcta. Nuestra situación actual es crítica: desde el aumento de apariciones de plagas y enfermedades, la escasez de agua y tierra, la calidad de la tierra en declive, la complejidad del comercio hasta otros factores que limitan nuestra capacidad para poner a disposición los alimentos y hacerlos accesibles y, de este modo, disminuir el hambre. Tenemos que producir más, producir más sobre menos, dado que tendremos una brecha calórica de 7 billones dentro de un par de años. Al mismo tiempo, hemos atravesado la epidemia de la COVID y estamos enfrentando problemas relacionados con la guerra y el conflicto.



Figura 2 International Seed Federation y los ODS de la ONU

Por lo tanto, mi primer pedido tiene que ver con la necesidad de trabajar en conjunto. Asimismo, es absolutamente esencial para nosotros también como sector privado que admitamos que la semilla es un producto esencial, que es necesario que circule y que contribuye a la seguridad alimentaria mundial. Porque, en última instancia, debemos actuar en conjunto. Nuestra fortaleza es nuestra complementariedad. Todos los actores son importantes, tanto el sector privado como el público, los agricultores y la sociedad civil. Siempre afirmamos que, como sector privado de semillas, nos gustaría contribuir, pero admitimos que no somos la única solución. Aceptemos nuestra diversidad y nuestra complementariedad.

Todos necesitamos soluciones; por lo tanto, les propongo construir la resiliencia, adaptarnos en conjunto y ajustarnos a un mundo cambiante. El momento de actuar es ahora. El momento de reconocer la diversidad es ahora. El momento de moverse en conjunto es ahora. Asimismo, solo a modo de aclaración, y lo mencionamos con frecuencia durante las reuniones de la UPOV, esto es lo que buscamos como sector privado. Buscamos un mundo donde la semilla de la mejor calidad sea accesible a todos los agricultores, de todas partes del mundo y en cada país; y esto incluye a los agricultores de subsistencia, los pequeños agricultores, las empresas agrícolas familiares y los agricultores a gran escala. Todos los agricultores deben tener derecho a elegir la mejor variedad adaptada a nivel local. La semilla de mejor calidad debe ser accesible para apoyar la agricultura sostenible, así como la seguridad alimentaria. Pueden observar todos los recuadros donde mostramos que estamos convencidos de que la semilla está contribuyendo a alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible, desde el Fin de la Pobreza, Hambre Cero, Vida de Ecosistemas Terrestres, entre otros.

¿Dónde empieza nuestra contribución? En el fitomejoramiento. En los próximos dos días escucharán varios ejemplos interesantes de los programas de fitomejoramiento dentro del sector privado. El fitomejoramiento y la propuesta de soluciones, es decir lo que forma parte de nuestro negocio en el día a día. Forma parte de nuestro ADN. Todo lo que estamos haciendo siempre se hace en un esfuerzo colaborativo con los agricultores. Se trata de aumentar el rendimiento; nunca debemos olvidar eso, necesitamos seguir aumentando el rendimiento. En las últimas décadas, la semilla ayudó a aumentar la productividad agrícola más del 50 %; sin embargo, debemos admitir que ha habido una desaceleración en las ganancias del rendimiento en los últimos 20 años. Esto significa que hay una aceleración del ritmo de cambio en el medio ambiente y de las presiones ejercidas por las plagas. Por lo tanto, también necesitamos seguir aumentando el rendimiento en el futuro. Además, tenemos que abordar cuestiones de sabor, calidad nutricional, adaptabilidad climática y ambiental a las presiones como la sequía, la salinidad, las enfermedades y las plagas. Eso significa que nuestra capacidad para impulsar estos temas depende también de nuestra capacidad para desarrollar los programas de fitomejoramiento necesarios para mejorar la tolerancia al calor, la sequía y la sal, para mejorar la eficiencia en el uso del agua, reducir la pérdida de agua en condiciones de déficit hídrico, para mejorar la tolerancia al estrés y la resistencia a múltiples plagas y enfermedades. Por si fuera poco, como quizá han oído recientemente, nuestros esfuerzos de fitomejoramiento han ayudado a aumentar la captura de carbono mediante el uso de herramientas para la edición del genoma.

En cuanto a la edición del genoma, creo que es absolutamente necesaria para nosotros. Es una herramienta fabulosa. Los obtentores esperan poder usar todas las herramientas de fitomejoramiento existentes, así como todas las que puedan aparecer en el futuro. En la actualidad, la edición del genoma se utiliza en más de 40 cultivos en 30 países y existe una amplia variedad de desarrolladores del sector privado y público. La están usando para mejorar el rendimiento. Trabajemos juntos para lograr una coherencia normativa de modo que los obtentores, públicos y privados, puedan usar todas las herramientas para apoyar las necesidades de los agricultores para la adaptación y la mitigación del cambio climático. Además, y creo que esto es importante, cada vez más, en nuestra capacidad para impulsar programas de fitomejoramiento, está el acceso a tecnologías de apoyo. La digitalización, la bioinformática y los grandes datos ofrecen enormes oportunidades. Escucharán más acerca de ellas a lo largo de los próximos días.

Un vez más, afirmo que el fitomejoramiento está en el corazón del sector privado de la semilla. Deseamos continuar en los próximos años con nuestros esfuerzos de fitomejoramiento para hacer frente al cambio climático, pero solo podremos lograrlo si hay sostenibilidad económica. Nunca debemos olvidar esto. Y aquí nos encontramos hoy, en el panel de la UPOV, por eso es tan importante para nosotros que se reconozca el papel de la UPOV. No puede ser que los obtentores sigan invirtiendo mucho dinero sin tener derechos de obtentor. Esto es lo que necesitamos para asegurar la sostenibilidad. Pero siempre decimos, sí, debe ser sostenible para nosotros, desde el punto de vista empresarial, pero también debe ser sostenible para los agricultores, desde el punto de vista empresarial. Los agricultores también son personas de negocios. Por lo tanto, si somos capaces de traerles variedades mejoradas para hacer frente a todos los retos que enfrentan en el terreno, también ayudará al agricultor a seguir viviendo de su tierra, a seguir luchando contra la pobreza, todos los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Como mencioné anteriormente aquí hoy. No nos olvidemos, en todos los debates en la UPOV, ¿cuál es el papel de la UPOV? Es fomentar el desarrollo de nuevas obtenciones vegetales en beneficio de la sociedad. Creo que cuando intercambiamos nuestras impresiones sobre el cambio climático, ¿no se trata también de beneficiar y apoyar a la sociedad en este entorno cambiante?

¿Qué es lo importante para nosotros? Mencioné las herramientas para la edición del genoma, pero existen otras reglamentaciones que pueden obstaculizar nuestro impacto, nuestra capacidad para proporcionar variedades mejoradas a los agricultores. Estamos distribuyendo semillas por todo el mundo, y creo que esta interdependencia de las semillas se reconoce hoy. Por lo tanto, nuestra capacidad para distribuir semillas por todo el mundo y poder responder, a veces muy rápidamente, a los petitorios de los agricultores de diferentes variedades para hacer frente a los retos que tienen sobre el terreno, depende de las normas y los reglamentos a nivel mundial y de su implementación a nivel nacional. Eso significa desde el fitomejoramiento hasta el registro de variedades, la protección de las plantas, la producción de semillas y la comercialización de semillas; todo el ciclo de suministro de semillas. Es necesario que seamos coherentes, ya que debe ser claro y predecible. Desde el fitomejoramiento hasta la comercialización de semillas, para algunas variedades, por ejemplo, una variedad de lechuga puede tomar de 15 a 20 años. Como podrán deducir, cuando comenzamos un programa de fitomejoramiento, también debemos ser claros, ¿podemos llevar esto también al mercado, tal vez incluso a mercados que no hemos previsto al comienzo de los programas de fitomejoramiento? Es absolutamente esencial en estos tiempos de un mundo cambiante donde hay un mayor efecto del cambio climático, que tengamos las reglamentaciones correctas que reconozcan la interdependencia y la necesidad de que el agricultor elija, porque se trata de la capacidad conjunta del sector privado, el sector público, las autoridades de todo el mundo para proporcionar opciones de semillas a los agricultores. En la práctica, los agricultores tienen que lidiar con el cambio climático a nivel local, y esta capacidad depende de lo que nosotros, como sector privado, sigamos haciendo en el plano del fitomejoramiento mediante el uso de las últimas herramientas de fitomejoramiento, siendo capaces de hacer circular las semillas y de construir en un país determinado un sector privado de semillas dinámico. Creo que estos son los debates que debemos tener.

Me alegro mucho de que se hayan ocupado de este tema en la UPOV, organizando este importantísimo debate en torno al cambio climático. Y con esto, les deseo lo mejor para los próximos dos días. Nos encontraremos nuevamente en persona en el mes de octubre. La semilla es vida.

Vortrag auf dem Seminar



International Seed Federation Perspective

Seminar on the role of plant breeding and plant variety protection in enabling agriculture to mitigate and adapt to climate change - UPOV

Michael Keller

Secretary General, International Seed Federation

Climate change is at the heart of our concerns and part of a much larger story...



Farmers Climate Change Trade Regulations We the people

We are here:
Most critical input!

No
“one-size-fits-all”
solution

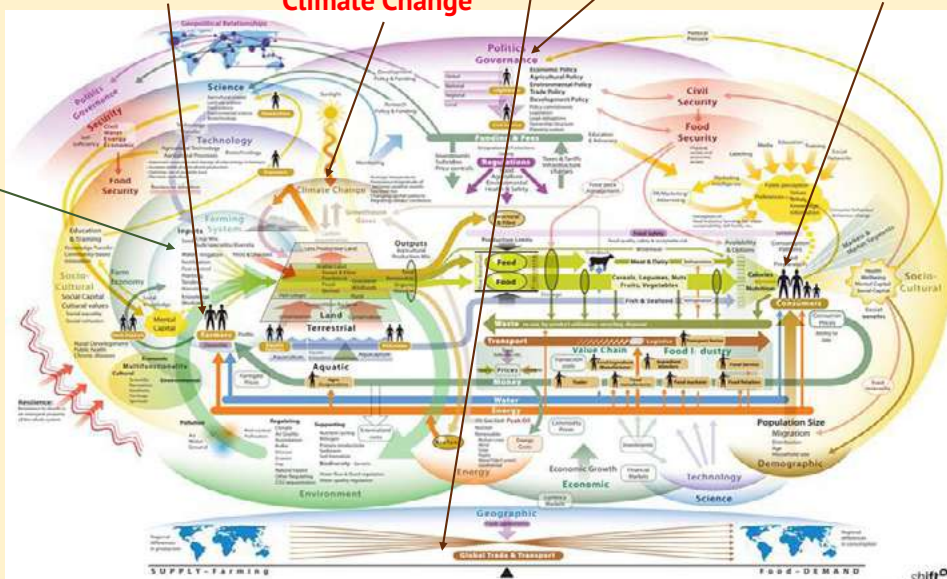
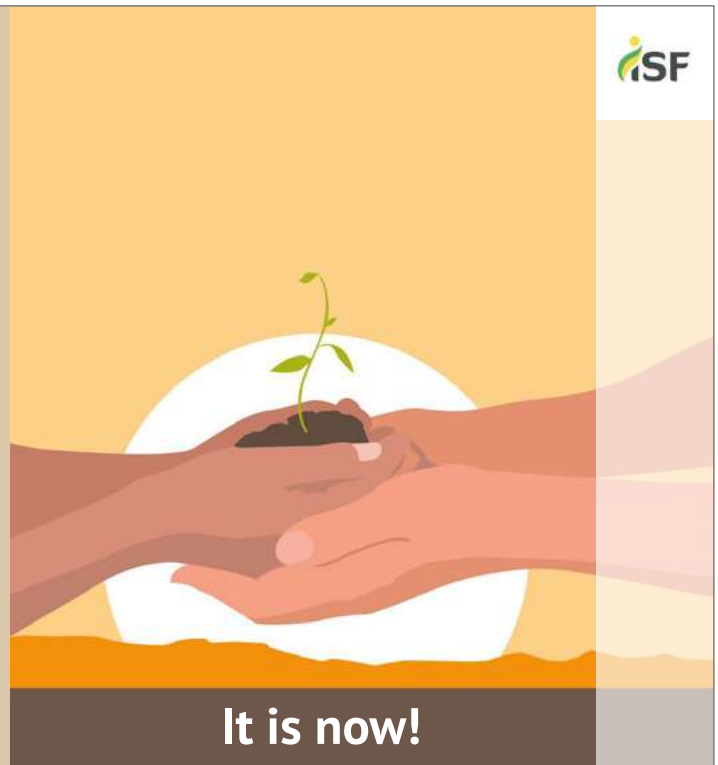


Figura 1 (Source: OECD)



“There is absolutely no doubt that today is the time to gather our strength, complementarity, and diversity to build resilience and to adapt and adjust to a changing world.”



It is now!





“A world where the best quality seed is accessible to all, supporting sustainable agriculture and food security.”



| | |
|--|--|
| 1 NO POVERTY | 2 ZERO HUNGER |
| 3 GOOD HEALTH AND WELL-BEING | 8 DECENT WORK AND ECONOMIC GROWTH |
| 12 RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION | 13 CLIMATE ACTION |
| | 15 LIFE ON LAND |
| | 17 PARTNERSHIPS FOR THE GOALS |

Contribution through Plant Breeding Innovation

- Innovation is in our DNA!
 - Yield, taste, nutritional quality, drought, salinity, disease resistance, pests, etc...
- Capacity to use all existing breeding tools
 - Genome editing: + 40 Crops 30 countries broad range of developers (private + public) – “improved performances”
- Access to supporting technologies
 - Digitalization, Bioinformatics, Big Data,...



| |
|--------------------------------------|
| 2 ZERO HUNGER |
| 3 GOOD HEALTH AND WELL-BEING |
| 13 CLIMATE ACTION |
| 15 LIFE ON LAND |
| 17 PARTNERSHIPS FOR THE GOALS |

Contribution

must be economically sustainable!

- Can a business without intellectual property protection be sustainable?
- Preferred tool : **UPOV**

“Encourage the development of new plant varieties for the benefit of society”



... our contributions also depend on alignment of policies at international level...



It's about our joint capacity to provide **seed choice for farmers** to address **climate change** at the local level.



Seed is Life

PERSPECTIVA DE LA COMUNIDAD INTERNACIONAL DE FITOMEJORADORES DE PLANTAS HORTÍCOLAS DE REPRODUCCIÓN ASEJXUADA (COPORA) - EFECTOS Y RIESGOS DE LA AGRICULTURA COMO CONSECUENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO: SOLUCIONES DE ADAPTACIÓN Y PAPEL DE LAS NUEVAS OBTENCIONES VEGETALES

Dr. Edgar Krieger

Secretario general de la comunidad internacional de fitomejoradores de plantas hortícolas de reproducción asexuala (COPORA)

El cambio climático es un claro fenómeno con efectos notables sobre las actividades hortícolas y con una tendencia en aumento de los efectos durante las últimas décadas. El fitomejoramiento pone a disposición las herramientas necesarias para contribuir a mitigar el cambio climático mediante la creación de obtenciones vegetales más resistentes, más tolerantes o menos susceptibles.

Algunas de las consecuencias más recientes del cambio climático en las actividades agrícolas se deben a las olas de calor en Europa y Norteamérica que afectan de manera drástica las huertas frutales, tales como palta, aceitunas y cítricos. Asimismo, se han informado inundaciones en varias partes del mundo, tales como en el Pakistán en junio del año pasado, y las heladas tuvieron un efecto negativo en las cosechas del Brasil y Florida durante 2021.

En la actualidad, el cambio climático es inequívoco, sobre todo en lo que se refiere al aumento de la temperatura, al incremento de la concentración de dióxido de carbono, el deshielo generalizado y la subida del nivel medio global del mar, mientras que el aumento de frecuencia de la sequía es muy probable, pero no tan seguro.

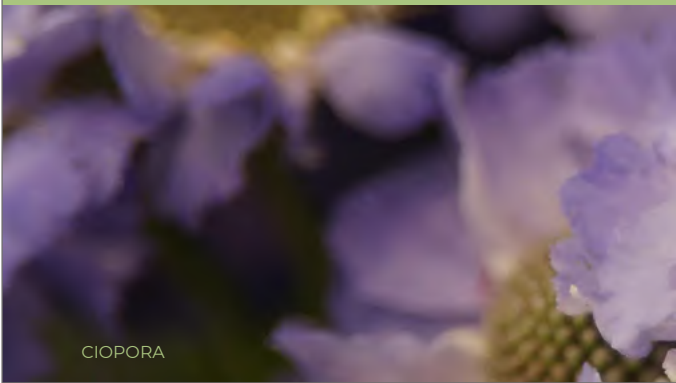
Estas fluctuaciones hacen que el cambio climático afecte directamente las actividades agrícolas y represente un desafío para los obtentores. Los principales objetivos por abordarse en los programas de fitomejoramiento asociados a la adaptación al cambio climático son los cambios en la estacionabilidad, el suministro de agua (escaso o en exceso), el estrés térmico, la pérdida de la diversidad genética y los brotes más comunes de plagas y enfermedades.

Las soluciones de adaptación que proporciona el fitomejoramiento incluyen nuevas obtenciones con características mejoradas para un mayor rendimiento en condiciones de cultivo diferente. Por ejemplo, las variedades de vides que por tradición se han producido en climas templados ahora se están desarrollando en regiones tropicales o subtropicales en condiciones más cálidas. Además, los obtentores están intentando controlar la época de floración y maduración. La calidad del gusto, el color, el aroma, la acidez y el dulzor están igualmente influenciados por las condiciones climáticas y, por lo tanto, forman parte de las características incluidas en los esquemas de fitomejoramiento.

En última instancia, el fitomejoramiento ofrece alternativas para aliviar los efectos negativos del cambio climático. La llegada de las repeticiones palindrómicas cortas agrupadas y regularmente interespaciadas y de los sistemas asociados CRISPR (CRISPR-Cas) ha presentado una nueva opción: la creación de nuevas variedades con más rapidez. Las estrategias de mejoramiento en materia de velocidad también han acelerado el proceso, mientras que el mejoramiento predictivo ha proporcionado un método para ahorrar recursos y analizar los efectos de los cruces previstos. Por último, asegurar la diversidad genética ha sido otra forma de incorporar rasgos perdidos, en pos de resolver la homogeneidad y la susceptibilidad entre las obtenciones vegetales actuales.

Vortrag auf dem Seminar

Impacts & risks for agriculture from climate change: Adaptation solutions & the role of new plant varieties



CIOPORA



Climate change effects intensify



Heat wave in Europe: Which countries are worst hit?
Summer fires aren't unusual. But climate change means they've scorched Western Europe much earlier than usual this year, destroying tens of thousands of acres of land and causing massive evacuations as some places record their hottest temperatures ever.

Drought forces the Netherlands to adapt to climate change
The Netherlands is normally one of the wettest countries in Europe. But this summer, it's also battling a prolonged drought and water shortages. With a third of its land below sea level, the Netherlands is particularly vulnerable to climate change.

Sydney flooding
The floodwaters brought the streets out of floods in 48 months to the Australian state of New South Wales. Residents have been evacuated, especially children, and eight people were killed. The floodwaters caused cars and boats to float away from their homes. Police officers and the reported death of a child are also reported.

South Africa extreme rains
The high volume of rain has caused landslides, flooding and destruction of infrastructure. At least 10 people have been killed. The heavy rain has also caused landslides and flooding in other parts of the country. A school teacher was killed when a school bus was hit by a landslide. The heavy rain has also caused landslides and flooding in other parts of the country.

East Africa prolonged drought
East Africa is experiencing one of the worst droughts in decades. It started last year and is still ongoing after a fourth season of failed rains. Up to 20 million people are now at risk of severe hunger. Scientists say the decline in the spring rainy season, which is tied to warmer waters in the Indian Ocean, causes rains to fall rapidly over the ocean before reaching land.

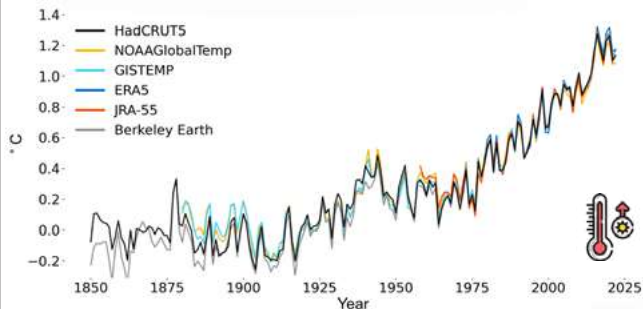
Climate change: Flooding, drought, fire and heat waves around the world
The climate crisis has intensified risk conditions for extreme weather events across the world. Erratic seasonal swings have caused floods, wildfires, heat waves and droughts on an unprecedented scale.

Heavy rains devastate communities in Kentucky, USA
Heavy rain has pummeled mountain communities in the US state of Kentucky. Water rushed down hillsides, swallowing homes, washing away houses and trapping hundreds of people. At least 30 people have been killed. US Vice President Kamala Harris said the flooding showed the urgency of crisis and announced \$1 billion in grants to help states prepare for weather extremes worsened by climate change.

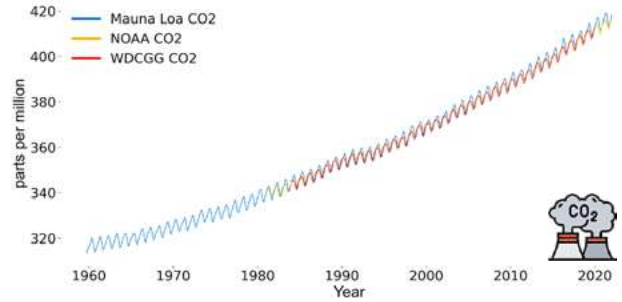


Climate change global indicators

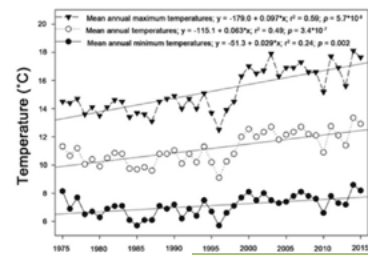
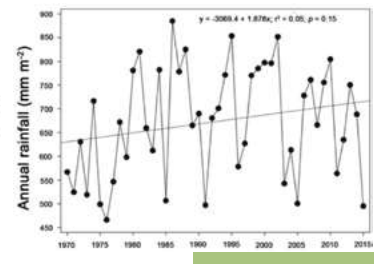
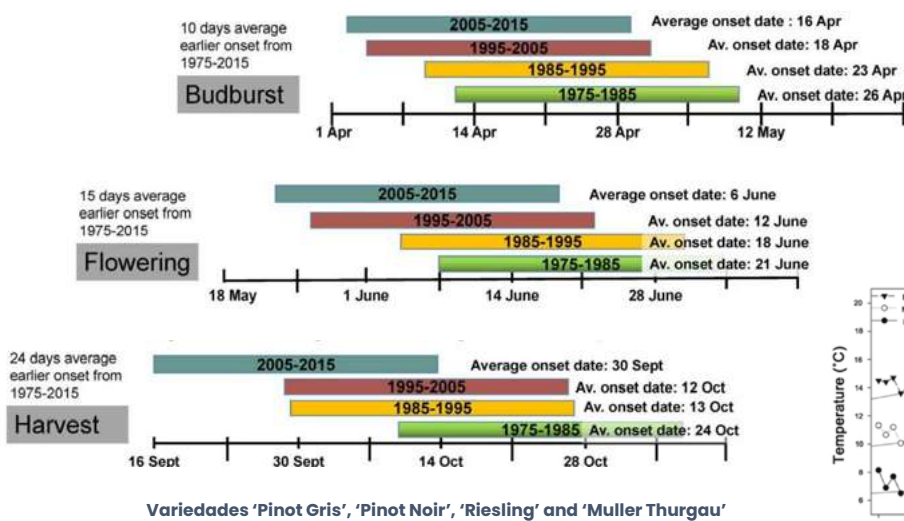
Global mean temperature difference from 1850–2022



Carbon dioxide concentrations (parts per million)



Phenological changes of four grapevine varieties grown in Hainfeld, Germany (1975–2015)





Impact of climate change on plant breeding

Loss of genetic biodiversity

Changes in environmental conditions promote erosion of biodiversity

Outbreak of pest and diseases

Increase in temperature and relative humidity set the ideal environment for disease proliferation

Risk of water supply

In some areas, rainfall intensifies or on the contrary it can cause prolonged drought

Change in seasonality

Increasing occurrence of climatic events out of season such as late-spring frosts

Heat stress

A combined effect of heat and water-deficit stress leading to a reduction in plant

Food insecurity

Climate change impacts agricultural production, supply chains, and food pricing



Climate change adaptation solutions

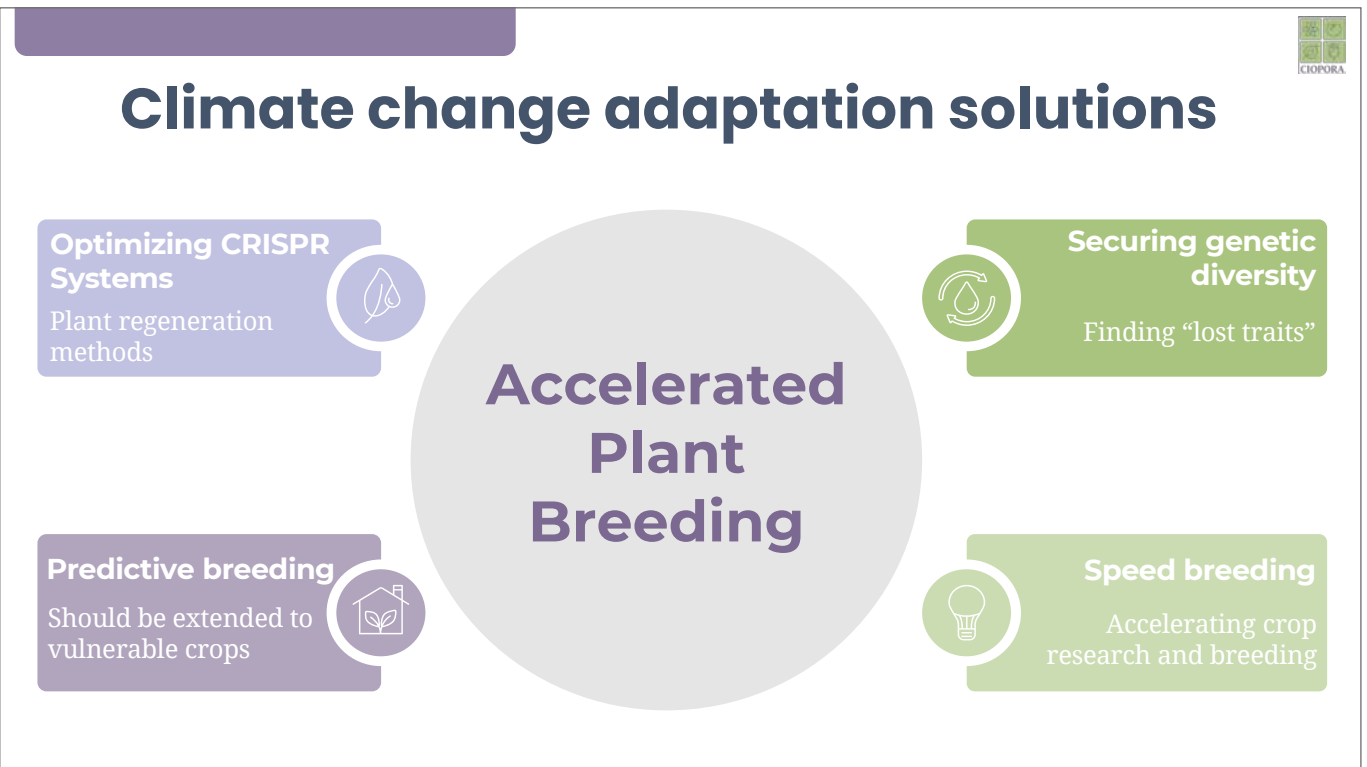
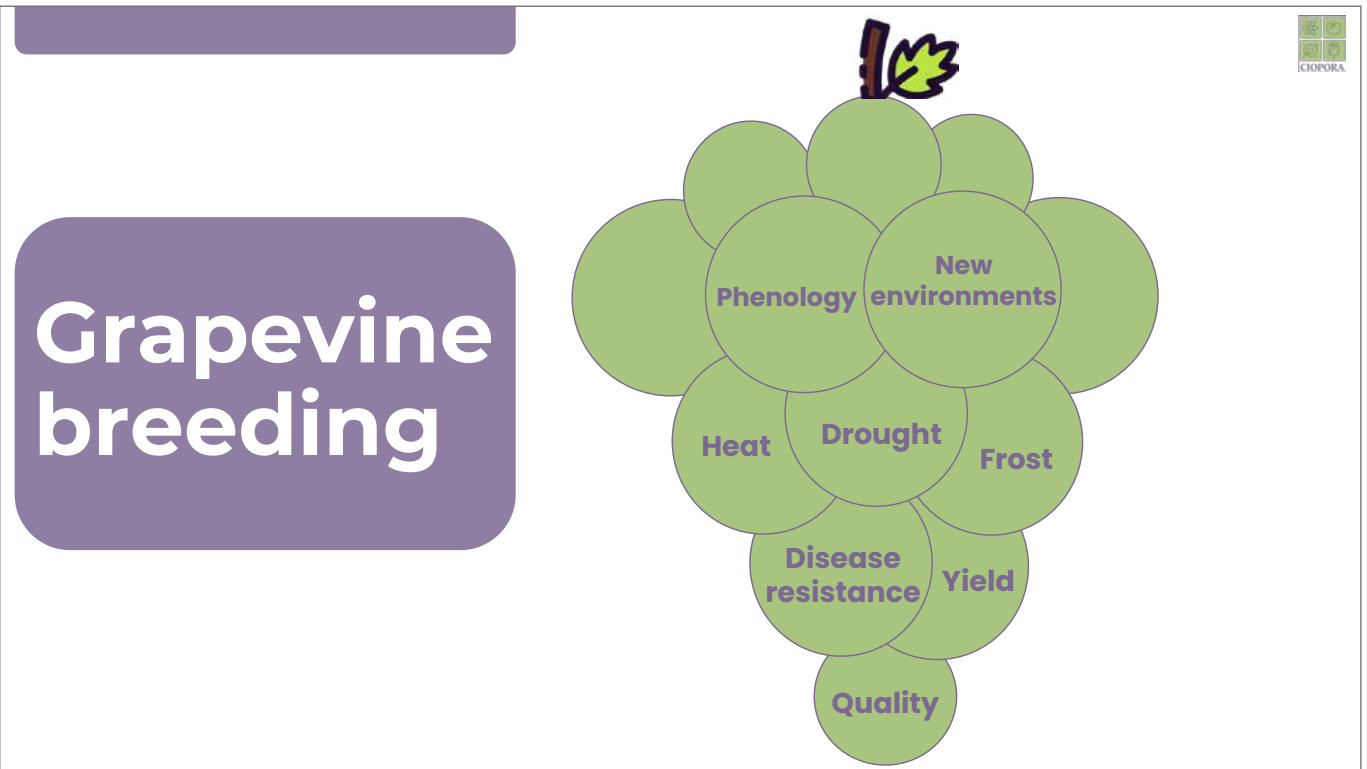
Approach of plant breeders



Increasing Climate Resilience



Accelerated Plant Breeding



Prospectives

Heterogenous Impact
Climate changes affects differently every crop depending on the location

Increase diversity
Encourage a general expansion of genetic pool and make available functional genes

Accelerating Plant Breeding

- Use of new technologies
 - Speed Breeding
- Extend the new methods to more crops

9

Thank you for your attention



PREGUNTAS

1) Preguntas después del orador principal: Sr. John Derera

VALSTAR, Marien (Sr.), presidente del Consejo de la UPOV (moderador)

Tenemos algunas preguntas. Ahora mismo estoy haciendo la conexión.

VAN DER HEIJDEN, Stefan (Sr.), asociado, Innova Connect (Países Bajos) (orador)

Me llamo Stefan van der Heijden. Muchas gracias por su interesante presentación. Me pregunto si usted ha mencionado mejoras increíbles del rendimiento también en el futuro. Pero si se va a mejorar la resistencia a condiciones adversas desconocidas e inesperadas, sin duda habrá una compensación. ¿Cómo ve este aspecto?

VALSTAR, Marien (Sr.), presidente del Consejo de la UPOV (moderador)

Gracias por la pregunta, Stefan. ¿John?

DERERA, John (Sr.), Director Principal de Mejora y Precombinación de Plantas, Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) (orador)

Muchas gracias por la pregunta. Por supuesto que sí, en general sabemos que hay un equilibrio entre el rendimiento y la resistencia a plagas y enfermedades, pero lo que buscamos ahora es encontrar nuevas herramientas de mejoramiento que nos ayuden a compensarlo. Una de las cosas que he mostrado es el uso de la biotecnología mediante la incorporación de nuevos rasgos en variedades de alto rendimiento. También estamos estudiando otras prácticas, como la aplicación de la selección genómica, para aumentar potencialmente el rendimiento de la mayoría de los cultivos, y estoy seguro de que seremos capaces de romper la meseta de rendimiento. También existe la posibilidad de estudiar la edición del genoma. Pero lo más importante es que el enfoque de la selección genómica es más prometedor. Gracias.

VALSTAR, Marien (Sr.), presidente del Consejo de la UPOV (moderador)

Gracias, John. Es bueno escuchar tu optimismo. Hay otra pregunta pendiente.

BUCHER Etienne (Sr.), jefe del grupo de investigación “Dinámica del genoma de las plantas”, Agroscope (Suiza) (orador)

Muchas gracias por esta presentación tan interesante. En cierto modo, ya ha respondido a mi pregunta sobre las nuevas tecnologías de fitomejoramiento, pero me gustaría conocer su opinión al respecto. ¿Cuál cree que es el posible efecto, por ejemplo, de la resistencia a la sequía, o al estrés salino, etc., ya sabe, tipos de estrés relacionados directamente con el cambio climático? ¿Cuál es el potencial para mejorar los cultivos?

VALSTAR, Marien (Sr.), presidente del Consejo de la UPOV (moderador)

John, tiene la palabra.

DERERA, John (Sr.), Director Principal de Mejora y Precombinación de Plantas, Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) (orador)

El principal efecto que observamos en el mejoramiento de la tolerancia al estrés, especialmente a la sequía y el calor, es que en algunas zonas, sobre todo en la región del Sahel, se ha ampliado la superficie de cultivo de maíz gracias a la adaptación al calor y la sequía. También hemos visto algunos aumentos de rendimiento que van del 5 % incluso al 10 %. Se han cultivado variedades tolerantes a la sequía y al viento. Ese es otro campo. Lo controlamos a través de la venta de semillas de variedades procedentes de los proyectos de tolerancia a la sequía que se han llevado a cabo en los últimos 10 o 15 años durante los cuales hemos duplicado con creces las ventas de semillas de maíz, pero en entornos difíciles de África. Gracias.

VALSTAR, Marien (Sr.), presidente del Consejo de la UPOV (moderador)

Gracias, John. Había una pregunta de una tal Daisy, pero luego bajó la mano. ¿Sigue siendo pertinente esa pregunta, Daisy? Si es así, muestre su mano. Y si no, entonces finalizaremos esta parte. No veo ninguna mano levantada, así que tal vez la próxima vez, Daisy.

2) Preguntas después del orador: Sra. Arianna Guiliodori (WFO)

VALSTAR, Marien (Sr.), presidente del Consejo de la UPOV (moderador)

Hay una pregunta de Etienne Bucher. Etienne, tiene la palabra.

BUCHER Etienne (Sr.), jefe del grupo de investigación “Dinámica del genoma de las plantas”, Agroscope (Suiza) (orador)

Sí. Muchas gracias por esta charla tan inspiradora. Me ha gustado mucho. Mi pregunta principal es, si he entendido bien, que los agricultores quieren disponer de tecnologías innovadoras que les ayuden en su labor. ¿Cuál es su mensaje, por ejemplo, para los investigadores europeos que trabajan, digamos, en tecnologías de organismos modificados genéticamente (OMG), pero que no pueden ofrecérselas a los agricultores? ¿Qué debemos hacer?

VALSTAR, Marien (Sr.), presidente del Consejo de la UPOV (moderador)

Arianna, ¿te complace responder esta pregunta?

GIULIODORI, Arianna (Sra.), secretaria general de la Organización Mundial de Agricultores (WFO) (oradora)

Bueno, la respuesta breve que puedo dar desde la comunidad de agricultores a los investigadores europeos, pero permítanme añadir que no adoptamos ninguna perspectiva regional siendo una voz mundial de agricultores, tendemos, como comunidad de agricultores, a acercarnos a los investigadores, siempre y cuando los investigadores y la comunidad científica sean capaces de aunar fuerzas con los productores y escuchar sus necesidades y expectativas. Por ende, no abogamos por una opción u otra. Personalmente, soy consciente de que en Europa existe una visión particular sobre las tecnologías de OMG, y en la WFO no tenemos una posición al respecto, porque es una decisión de cada región y de cada país regularlas. En lo que respecta a la innovación, la posición de la WFO, aprobada recientemente en la Asamblea General de 2022 en Budapest, es que la innovación es un elemento facilitador, y trabajamos para que los agricultores dispongan de la mayor y más diversificada caja de herramientas, pero luego les corresponde a ellos, como empresarios, tomar la decisión correcta sobre lo que encaja o no en su entorno cultural y económico.

3) Preguntas después del orador: Sr. Edgar Krieger (CIOPORA)

VALSTAR, Marien (Sr.), presidente del Consejo de la UPOV (moderador)

Teniendo en cuenta la hora, solo permitiré que se formule una pregunta, y ya veo la mano de Stefan van der Heijden. Stefan, tiene la palabra.

VAN DER HEIJDEN, Stefan (Sr.), asociado, Innova Connect (Países Bajos) (orador)

Sí. En general, al ver los desafíos que tenemos como sociedad global, me cuestiono qué podemos ofrecer a nuestros clientes, que son las personas del mundo, con respecto al fitomejoramiento, dónde encontramos otras soluciones, porque ahora tengo la sensación de que muchas soluciones vendrán del fitomejoramiento. Y aunque soy un obtentor capacitado, tengo algunas dudas. Por lo tanto, a veces creo que tenemos que encontrar la solución en una cadena, y por lo tanto creo que necesitamos tener un muy buen diálogo en la cadena donde podamos encontrar diferentes soluciones y dónde tenemos que centrarnos. Así que, especialmente desde el punto de vista de lo que Edgar Krieger está diciendo, ¿cómo podemos encontrar las soluciones, y cuál es el punto cuando pensamos en los cultivos más pequeños, cómo podemos encontrar soluciones allí?

VALSTAR, Marien (Sr.), presidente del Consejo de la UPOV (moderador)

Gracias, Stefan. Veo que ha empezado con un tema muy amplio, y creo que surgirá más adelante también durante este seminario. Pero Edgar, si se siente listo para dar parte de la respuesta, adelante.

KRIEGER, Edgar (Sr.), secretario general, Comunidad Internacional de Fitomejoradores de Plantas Hortícolas de Reproducción Asexualada (perspectiva de CIOPORA) (orador)

Muchas gracias. Stefan, es una pregunta muy válida. Creo que, especialmente en el caso de los pequeños cultivos y de los pequeños obtentores, la cooperación es clave, porque vemos que, en ocasiones, los pequeños obtentores pequeños no disponen de los recursos financieros para abordar juntos todas estas nuevas tecnologías. Pero también observamos una creciente cooperación entre los obtentores que se fusionan y unen sus fuerzas en empresas que pueden aplicar nuevas tecnologías, y creo que se trata de una cooperación entre los obtentores, pero también con otras partes de la cadena de valor añadido, como los productores, como el comercio ligero, y creo que ese es uno de los elementos clave que tenemos que ver.

VALSTAR, Marien (Sr.), presidente del Consejo de la UPOV (moderador)

De acuerdo. Gracias, Edgar. ¿Cómo podemos hacer que los consumidores...? ¿Cómo podemos asegurarnos de que los consumidores sepan lo que están comprando ya que ponen en marcha toda la cadena también desde su lado?

SESIÓN TEMÁTICA 2:

estrategias para hacer frente al cambio climático en la agricultura

Moderador: Sr. Yehan Cui, vicepresidente del Consejo de la UPOV

Estrategia de la Unión Europea para hacer frente al cambio climático en la agricultura

Sr. Herwig Ranner, jefe de equipo - Cambio Climático y Agricultura, Unidad de Agricultura Sostenible, Dirección General de Agricultura y Desarrollo Rural (DG AGRI), Comisión Europea

El cambio climático: una oportunidad para la innovación en la agricultura

Sr. Solomon Gyan Ansah, director de Agricultura y jefe de la Unidad de Semillas, Dirección General de Servicios Agrícolas, Ministerio de Alimentación y Agricultura (Ghana)

Papel del fitomejoramiento en la adaptación al cambio climático en México

Sra. Sol Ortíz García, directora general de Políticas, Prospección y Cambio Climático, Secretaría de Agricultura (México)

Mitigación del cambio climático en la agricultura

Sr. Alexandre Lima Nepomuceno, investigador, Embrapa (Brasil)

Adaptación de la agricultura y los sistemas de explotación agrícola al cambio climático: examen de las opciones genéticas

Sr. George Prah, director adjunto de la Dirección General de Servicios Agrícolas, Ministerio de Alimentación y Agricultura (Ghana)

Preguntas

Conclusión de la sesión

Moderador: Sr. Yehan Cui, vicepresidente del Consejo de la UPOV

ESTRATEGIA DE LA UNIÓN EUROPEA PARA HACER FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA AGRICULTURA

Vortrag auf dem Seminar

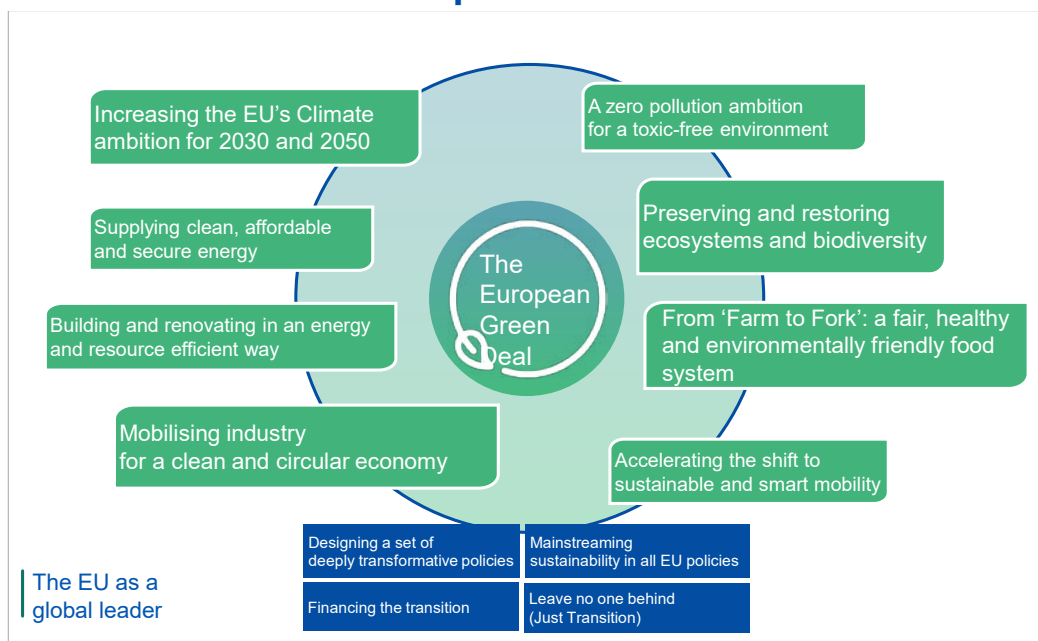


The EU Strategy to address climate change in Agriculture

Herwig Ranner, DG Agriculture, European Commission

11.10.2022

The European Green Deal



European Commission
1,134,199 follower
2 giorni •

Deal on the Climate Law!

The European Climate Law turns our European Green Deal targets into legal obligations:

- reducing net greenhouse gas emissions by at least 55% by 2030
- reaching climate neutrality by 2050

Today's deal between the co-legislators also introduces:

- a process for setting a 2040 climate target
- a commitment to negative emissions after 2050
- the establishment of European Scientific Advisory Board on Climate Change
- stronger provisions on adaptation to climate change

Climate neutrality will shape the EU's green recovery and a socially just green transition.

More here → <https://europa.eu/Idn66PW>

#EUGreenDeal #EuropeanUnion #ClimateAction



'Fit for 55'

On 14 July 2021, the Commission presented proposals for revision of main pieces of legislations to deliver EU's 2030 Climate Target (-55%) on the way to climate neutrality.



© European Union, 2021
Reuse of this document is allowed, provided appropriate credit is given and any changes are indicated (Creative Commons Attribution 4.0 International license).
For any use or reproduction of elements that are not owned by the EU, permission may need to be sought directly from the respective right holders.
All images © European Union, unless otherwise stated.

Targets

- Stronger ETS including in aviation
- Extending ETS to maritime, road transport, and buildings
- Updates Energy taxation Directive
- New Carbon Border Adjustment Mechanism
- Updated ESR
- Updates LULUCF Regulation
- Updated Renewable Energy Directive

Rules

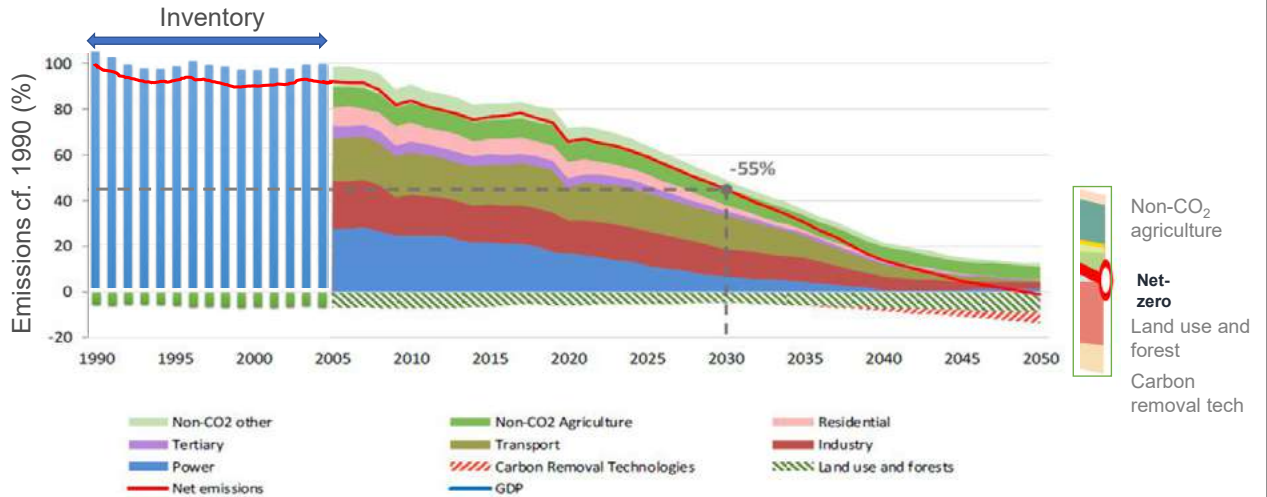
- Stricter CO₂ performance for car & vans
- New infrastructure for alternative fuels
- ReFuelEU: more sustainable aviation fuels
- FuelEU: cleaner maritime fuels

Support measures

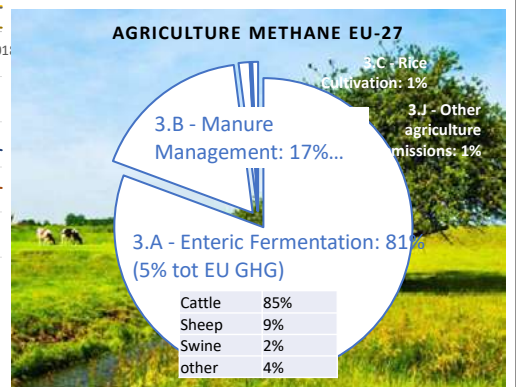
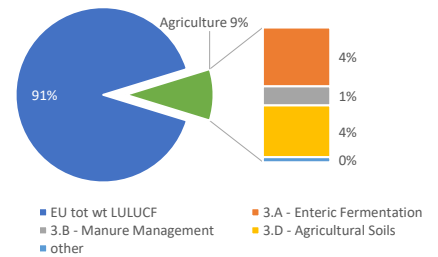
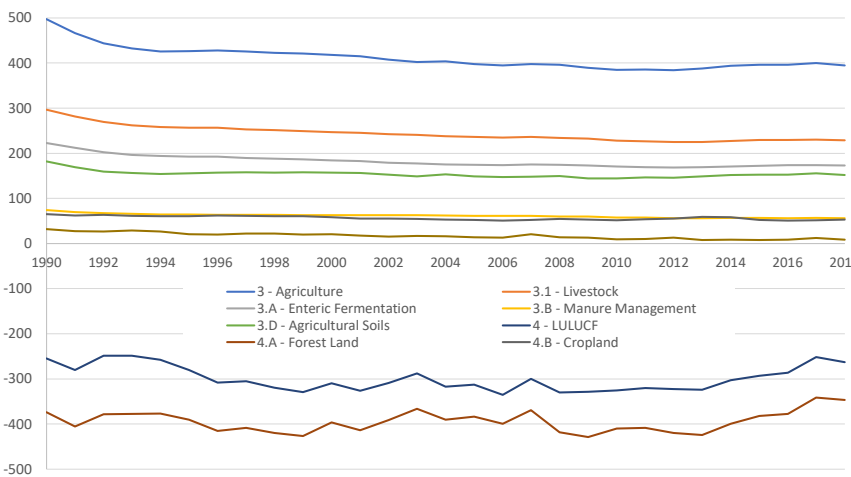
- Using revenues and regulations to promote innovation, build solidarity and mitigate impacts for the vulnerable, notably through the new Social Climate Fund and enhanced Modernization and Innovation Funds.

Pathway to climate neutrality in the impact assessment

- The impact assessment showed that 55% by 2030 can be achieved in a responsible way
- Economic growth can be decoupled from resource use
- All economic sectors should contribute



EU27 GHG emissions from Agriculture



Sources: EEA greenhouse gas - data viewer. Total GHG without LULUCF

EU strategy to reduce methane emissions



Combine concrete cross-sectorial and sector-specific actions with EU and promoting internationally

Monitoring, reporting, verification, reduction in all sectors

Legislative proposal in 2021

Sectoral actions in the EU methane strategy – Agriculture

“balance technologies, markets and dietary changes, reduced fossil hydrocarbon inputs and that ensure a livelihood and sustainable business opportunities for farmers”

Expert group

first half of 2021

- analyse life-cycle methane emissions metrics, including new technologies and practices

Inventory of best practices and technologies

end of 2021

- in cooperation with sectoral experts, key stakeholders and Member States
- to explore and promote the wider uptake of innovative mitigating actions
- Special focus on methane from enteric fermentation
- update this inventory with technologies gradually coming onto the market

Carbon-balance calculations at farm level

2022

- template and guidelines on common pathways for the quantitative calculation of greenhouse gas emissions and removals

Carbon farming

Starting in 2021

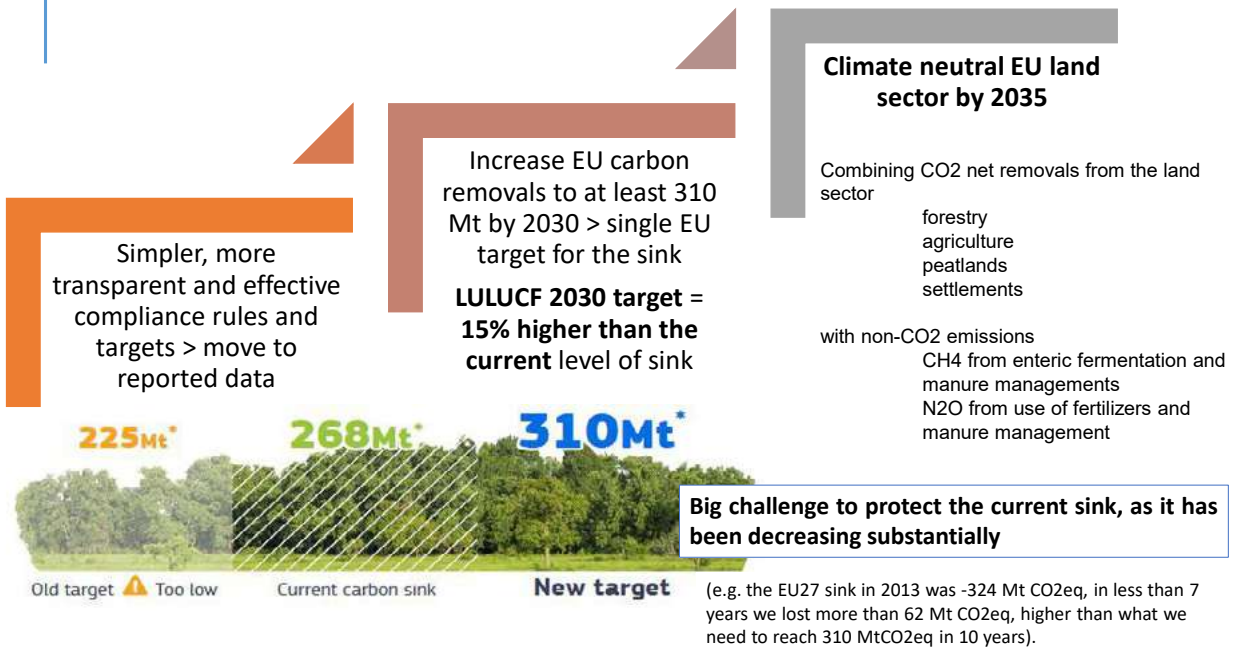
- promote the uptake of mitigation technologies through the wider deployment of ‘carbon farming’ in Member States and their Common Agricultural Policy Strategic Plans

Targeted research

2021 - 2024

- Horizon Europe strategic plan 2021-2024
- consider proposing data on the different factors that effectively lead to methane emission reductions
- focusing on technology and nature based solutions
- factors leading to dietary shift
- Waste to biomethane technologies (waste sector)

Achieving the higher targets for the EU sink (LULUCF regulation)



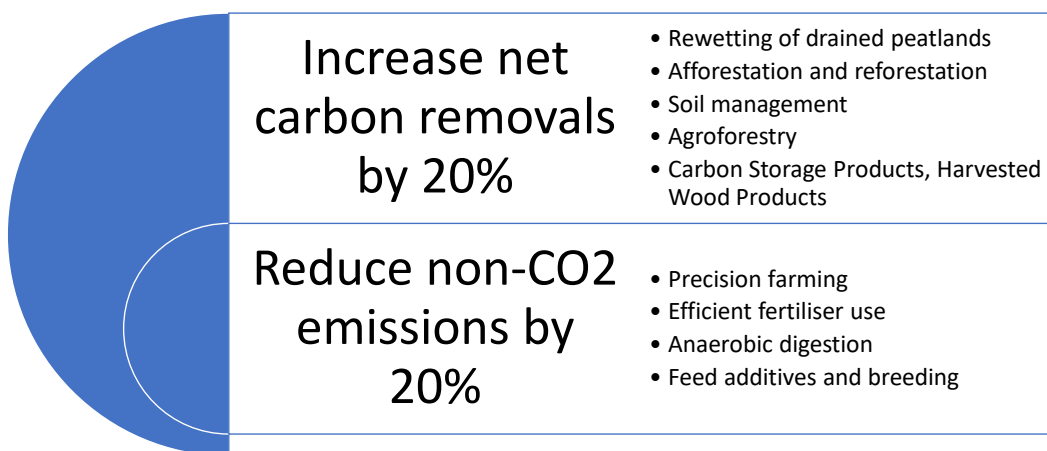
Climate neutral EU land sector by 2035

Neutrality can be reached by different **combinations** between LULUCF and non-CO2 agricultural mitigation practices.

Different mitigation potentials are related to **carbon price**.

Carbon removals with **NBS** have low mitigation costs (EUR 10 per ton).

For examples, following histosols shows high mitigations already at low carbon price.



How to bring better incentives to farmers and foresters and create a better business model for them?

Communication on Sustainable carbon cycles

Published 15 December 2021

Carbon removals happen when CO₂ is taken out of the atmosphere and stored in:



SOILS AND BIOMASS (Carbon farming)

E.g. Afforestation/reforestation, improved forest management, agroforestry, soil carbon sequestration, peatland and coastal wetland restoration ...



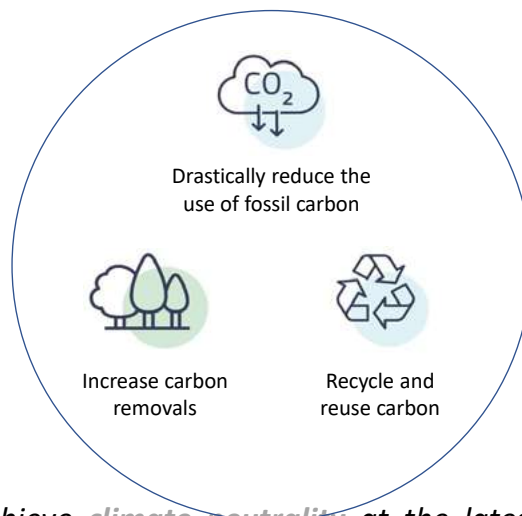
BIO-BASED MATERIALS (Product storage)

E.g. Use of wood-based materials in construction, use of fibre crops in durable bio-plastics or panels...



GEOLOGICAL RESERVOIRS (Geological Storage)

E.g. Bio-Energy with Carbon Capture and Storage (BECCS), Direct Air Carbon Capture and Storage (DACCS). Note: capture and storage of carbon of fossil origin is excluded from the scope.



To achieve *climate neutrality* at the latest by 2050 and *negative emissions* thereafter, the EU needs to increase carbon removals and establish *sustainable carbon cycles*.

Carbon farming



A **green business model** rewarding land managers for improved land management practices, resulting in carbon sequestration in ecosystems and reducing the release of carbon to the atmosphere.

Dual opportunity for the **agricultural sector**:

- New business around carbon **sequestration** in soils and vegetation
- New value chains offering long-term carbon **storage** in bio-based products

Benefits of carbon farming:



Increased carbon removals



Additional income for land managers



More biodiversity and nature



Increased climate resilience of farm and forest land

Next step

A regulatory framework for the certification of carbon removals

Call for Evidence* (Q1 2022)

Conference (31 January 2022)

Legislative proposal (Q4 2022)

Set **robust requirements** for quality criteria for monitoring, reporting and verification of the carbon removed from the atmosphere

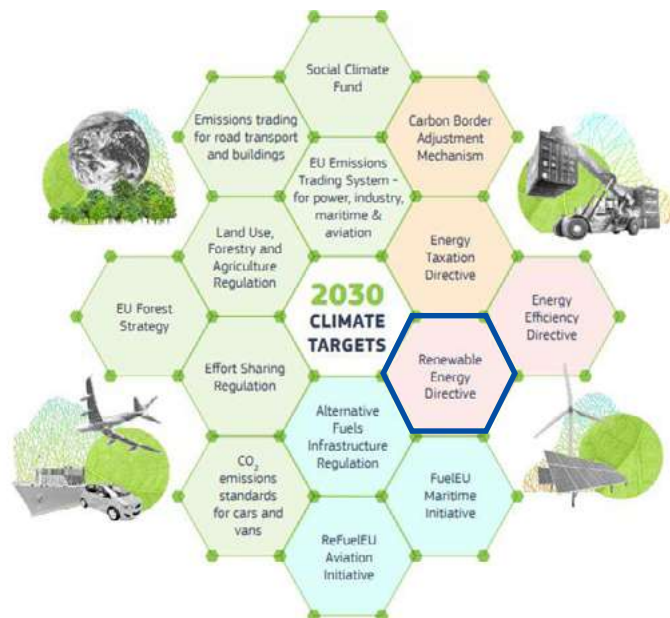
Ensure a high level of **environmental integrity** and biodiversity protection

Enhance the **uptake** of market-based carbon removal solutions, give prospects to carbon farming and industrial projects that **invest** in carbon removals

Establish an effective **governance framework** for effective, cost-efficient and transparent implementation

Involve **stakeholders** (Call for evidence, conference, expert group)

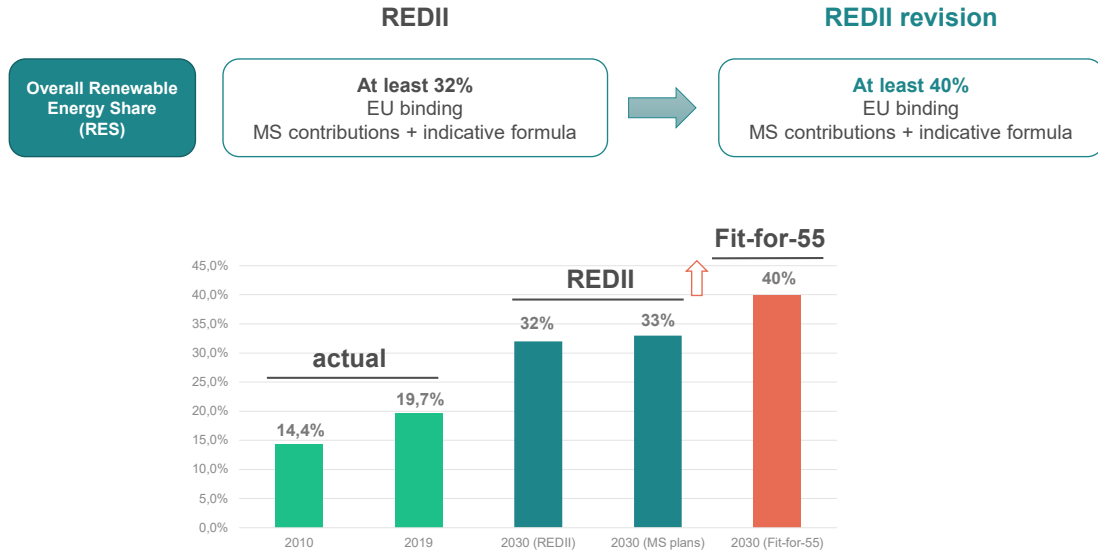
* Inception Impact Assessment open for feedback; Open Public Consultation until 2nd May.



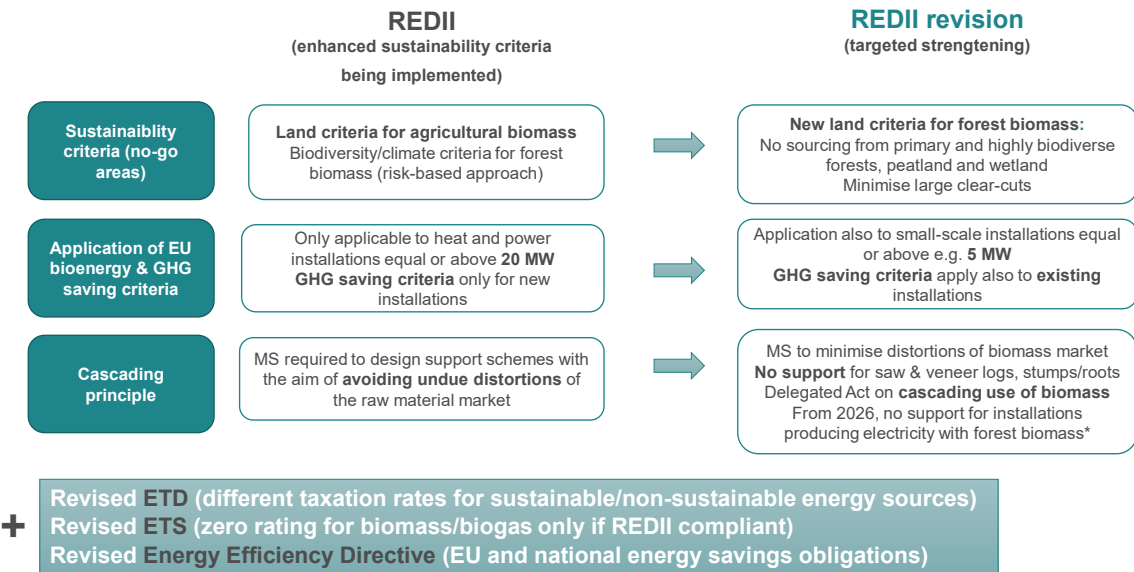
© European Union, 2021.
 Reuse of this document is allowed, provided appropriate credit is given and any changes are indicated (Creative Commons Attribution 4.0 International license).
 For any use or reproduction of elements that are not owned by the EU, permission may need to be sought directly from the respective right holders.
 All images © European Union, unless otherwise stated.



Overall ambition – the EU-level target



Bioenergy sustainability: targeted strengthening EU criteria



* With certain exceptions for coal regions in transition

The EU Green Deal: for a new 'green growth'

key objectives effective **afforestation**, and forest **preservation** and **restoration** in Europe, to help to increase the absorption of CO₂, reduce the incidence and extent of **forest fires**, and promote the **bio-economy**, in full respect for ecological principles favourable to **biodiversity**.
The national strategic plans under the **common agricultural policy** should incentivise forest managers to preserve, grow and manage forests sustainably.
... plus **international dimension**

The EU as a global leader

The new EU forest strategy

forming the economy for a sustainable future

Mobilising research and fostering innovation

A zero pollution ambition for a toxic-free environment

Preserving and restoring ecosystems and biodiversity

From 'Farm to Fork': a fair, healthy and environmentally friendly food system

The European Green Deal

The European Green Deal communication of 11 December 2019

"Building on the 2030 biodiversity strategy, the Commission will prepare a new EU forest strategy covering the whole forest cycle and promoting the many services that forests provide.

The new EU forest strategy will have as its key objectives effective afforestation, and forest preservation and restoration in Europe, to help to increase the absorption of CO₂, reduce the incidence and extent of forest fires, and promote the bio-economy, in full respect for ecological principles favourable to biodiversity."

From 'Farm to Fork' designing a fair, healthy and environmentally-friendly food system

Main targets in the Farm to Fork strategy



The **use of pesticides in agriculture** contributes to pollution of soil, water and air. The Commission will take actions to:

- ✓ **reduce by 50%** the use and risk of chemical pesticides by 2030.
- ✓ **reduce by 50%** the use of more hazardous pesticides by 2030.



The **excess of nutrients** in the environment is a major source of air, soil and water pollution, negatively impacting biodiversity and climate. The Commission will act to:

- ✓ **reduce nutrient losses by at least 50%**, while ensuring no deterioration on soil fertility.
- ✓ **reduce fertilizer use by at least 20%** by 2030.



Antimicrobial resistance linked to the use of antimicrobials in animal and human health leads to an estimated 33,000 human deaths in the EU each year. The Commission will **reduce by 50% the sales of antimicrobials for farmed animals and in aquaculture by 2030**.



Organic farming is an environmentally-friendly practice that needs to be further developed. The Commission will boost the development of EU organic farming area with the aim to achieve **25% of total farmland under organic farming by 2030**.



The new EU-wide Biodiversity Strategy will:

➤ Establish protected areas for at least:



**30%
of land in
Europe**



**30%
of sea in
Europe**

With stricter protection of remaining EU primary and old-growth forests legally binding nature restoration targets in 2021.

➤ Restore degraded ecosystems at land and sea across the whole of Europe by:



Increasing organic farming and biodiversity-rich landscape features on agricultural land



Halting and reversing the decline of pollinators



Restoring at least 25 000 km of EU rivers to a free-flowing state



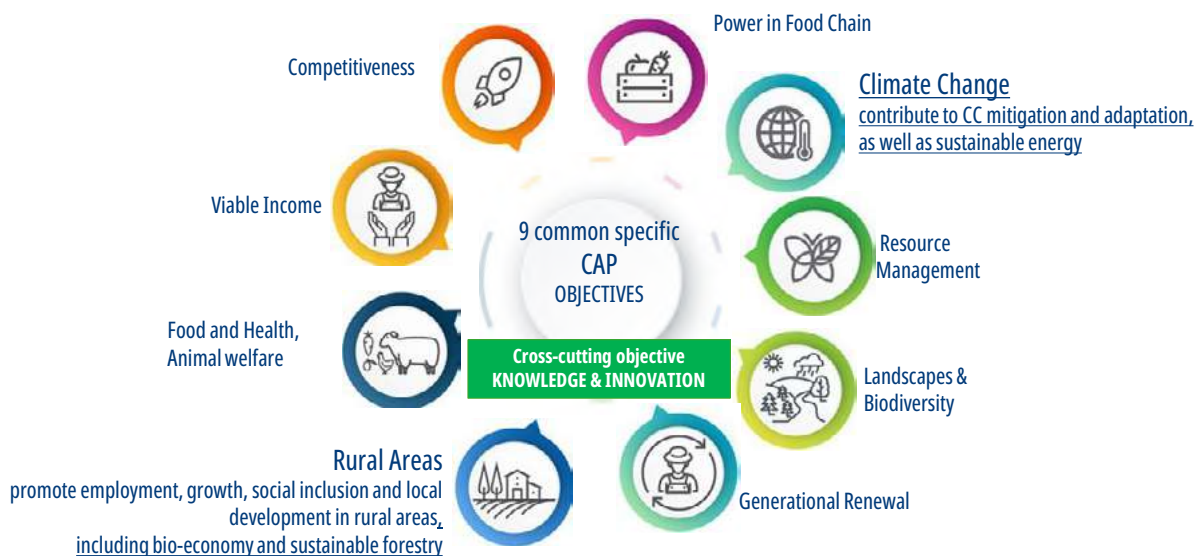
Reducing the use and risk of pesticides by 50% by 2030



Planting 3 billion trees by 2030



CAP common specific objectives



CAP after 2020 – Increased environment and climate ambition

- Environmental and climatic objectives clearly mentioned among the objectives
- Specific indicators for climate mitigation
- CAP Strategic Plans: Higher level of flexibility, coherence of intervention to meet the needs
- Consistency with EU political priorities and national policies on the ground
- Higher level of responsibility: Result-based policy
- Requirement of no backsliding
- Wider and stronger portfolio of policy tools (conditionality and eco-scheme)
- Green Deal recommendation to MS, reinforced links with key pieces of legislation related to climate goals
- Strategic plans for the CAP
- National recovery and resilience plans



Upscaling climate actions with CAP

Public funding opportunities :

Common Agricultural Policy

- Good Agricultural and Environmental Conditions obligations (Basic conditionality for Direct Payments):
 - preserving carbon stock (GAEC 1 - Maintenance of permanent grassland)
 - protection of carbon-rich soils (GAEC 2 - Protection of wetland and peatland)
 - maintenance of soil organic matter (GAEC 3 - Ban on burning arable stubble)
 - others
- Support to carbon farming practices through **eco-schemes** or **rural development measures** (e.g. Commission [list of potential agricultural practices](#))
- EIP-AGRI and new Agricultural Knowledge Information System, supports cooperation and testing of new approaches
- Advisory services, knowledge exchange, training, collective and cooperation approaches and innovation actions,
- Limitations: land eligible to CAP, timeframe, administrative burdens for a robust MRV for carbon cred



CAP Plans are built on the objectives

Under the CAP Strategic Plans (2023-2027, Regulation 2021/2115), interventions are programmed by 10 Specific Objectives

Coming CAP (2023-2027)

- (a) to foster a smart, competitive, resilient and diversified agricultural sector ensuring long-term food security; 6.12.2021 EN Official Journal of the European Union L 435/27
- (b) to support and strengthen environmental protection, including biodiversity, and climate action and to contribute to achieving the environmental and climate-related objectives of the Union, including its commitments under the Paris Agreement;
- (c) to strengthen the socio-economic fabric of rural areas.

Reg. 2115/2021 – art. 5

SO4: to contribute to **climate change** mitigation and adaptation, including by reducing greenhouse gas emissions and enhancing carbon sequestration, as well as to promote sustainable energy;

- Minimum 25% of Direct Payments to be dedicated to eco-schemes
- Minimum 35% of the EAFRD should be dedicated to environmental and climate objectives
- Reinforced links with key pieces of legislation related to climate goals
- Impact and Result indicator (e.g. R.14 Share of agricultural area that receives support to reduce emissions or store carbon in soils and biomass)

Other: R.17 Afforested land, R.19 Improving and protecting soils. R.34 Preserving landscape features.



The role of the CAP

- **Support the 3 pillars of sustainability**
- Integrate CAP data in the National inventories (CAP as source of data)
- Promote practices and technologies to reduce non-CO2 emissions
- Promote soil carbon protection (in grassland and peatlands)
- Promote practices for soil carbon increase in depleted soils
- Promote afforestation and agroforestry
- Promote production of sustainable biomass
- Cover upfront investments, support advisory, transaction costs, innovation
- Support piloting with bottom-up innovation projects with farmers, knowledge transfer.



R&I related to carbon farming in Horizon Europe – new projects, open calls

- Topics in **WP 2022** (open until 27 September):
 - Network on *carbon farming* for agricultural and forest soils (Soil Mission, CSA, 3M €)
 - *Monitoring, reporting and verification* of soil carbon and greenhouse gases balance (Soil Mission, RIA, 14M €)
 - Demonstration *network* on climate-smart farming – boosting the role of *advisory service* (Cluster 6, CSA, 20M €)

Research lines and innovation needs

- Improve monitoring, reporting and verification (use of remote sensing, field measurements and multisectorial integrated modelling, set standards for GHG accounting systems)
- Ecosystem monitoring of GHG fluxes. Understand dynamics with future climate scenarios
- Push the reduction of emissions in the agricultural sector, with technology mainly (to ensure food security) > feed additives; small scale biogas, precision agriculture, sustainable fertilization, nutrient recovery, circular economy
- LCA and GHG calculators for farmers, foresters, and policy makers, labelling sustainability
- Understand forest vulnerability (ensure biomass supply for the bioeconomy)
- Best management of peatlands and wetlands
- Carbon farming (how to reward for C sequestration), how to define C credits
- Land use modelling for land availability and land dynamic > production of non-food crops
- Enzymatic processes for the production of biofuels from lignocellulosic material
- Understand drivers of biodiversity and halt losses
- Citizen involvement
- Stricter link between research results and policy making and its implementation (EU vision).

> Science-based policy making

Links

- Call for Evidence on Carbon Removal Certification [Certification of carbon removals – EU rules \(europa.eu\)](#)
- Watch the recording of the Conference on Sustainable Carbon Cycles, 31 January 2021 [Sustainable Carbon Cycles Conference - About \(b2match.io\)](#)
- Our [webpage](#) and our [press release](#) on the Sustainable Carbon Cycles communication
- Our webpage on [Carbon Farming \(europa.eu\)](#)
- Commission list of potential eco-schemes <https://europa.eu/yb74nC>
- Study on Carbon Farming: <https://data.europa.eu/doi/10.2834/594818>
- Study on Wood in construction: <https://dx.doi.org/10.2834/421958>
- Legislative proposal on a new Regulation for Land use, forestry, and agriculture [Delivering the European Green Deal | Climate Action \(europa.eu\)](#)



Thank you



© European Union 2020

Unless otherwise noted the reuse of this presentation is authorised under the [CC BY 4.0](#) license. For any use or reproduction of elements that are not owned by the EU, permission may need to be sought directly from the respective right holders.

Slide "Sustainable bioeconomy – examples": picture BECCS, source: <https://www.stockholmexergi.se>; picture timber in construction, source: <https://www.build-in-wood.eu>; picture fiber crops, source: <http://news.europeanflax.com/>



EL CAMBIO CLIMÁTICO: UNA OPORTUNIDAD PARA LA INNOVACIÓN EN LA AGRICULTURA

Sr. Solomon Gyan Ansah

Director de Agricultura y jefe de la Unidad de Semillas, Dirección General de Servicios Agrícolas, Ministerio de Alimentación y Agricultura (Ghana)

El cambio climático ha pasado de ser un tema científico a convertirse en una cuestión de desarrollo cada vez más importante a la que todas las personas necesitan centrar especial atención. A nivel mundial, el cambio climático es uno de los retos de desarrollo del siglo XXI, por ende, surge la necesidad de intensificar los esfuerzos y la colaboración para hacer frente a los efectos sobre los sistemas de agricultura y alimentación. El calentamiento global como resultado del cambio climático está teniendo efectos devastadores en nuestra agricultura. El cambio climático está ejerciendo una presión extrema sobre nuestros recursos naturales; lo que da como resultado la degradación de la tierra (suelos) y recursos hídricos. Algunos de los efectos del cambio climático provocan sequía e inundaciones inesperadas, que dañan nuestros cultivos y ganado, además de afectar la producción pesquera. Estos efectos son preocupantes debido a que nuestros sistemas de agricultura y alimentación dependen en gran medida de los factores climáticos. Por lo tanto, es importante adoptar una visión crítica de las amenazas climáticas actuales y ajustar nuestros sistemas de producción para que estos se adapten a las tendencias actuales de las condiciones climáticas variables.

Quizá, el cambio climático nos presenta una oportunidad. Reafirma la necesidad de lograr un mayor avance en cuanto a la transferencia y diseminación del conocimiento y las tecnologías existentes y de acelerar el desarrollo y la transferencia de nuevas innovaciones. La innovación es vital para construir la resiliencia y la competitividad en la agricultura y para atender los retos urgentes que el cambio climático nos presenta.

Las características de innovación incluyen la divergencia, la curiosidad, la multidisciplinariedad (trabajo en equipo) y la resiliencia (prueba, repetición, que significa análisis continuo). Entre las diversas características de innovación, ninguna demanda el uso de la tecnología. La innovación es una perspectiva y un proceso, cuyo centro de atención es el ser humano. El proceso requiere experimentación y repetición, un equipo diverso y un deseo de aprender mientras se cometen errores. Las soluciones innovadoras pueden dar como resultado una nueva tecnología, aunque no es lo mismo innovación que tecnología. La innovación puede ser intangible, en oposición a la tecnología, que es tangible. Usted puede poner en práctica el proceso de innovación en su vida diaria. La tecnología puede utilizarse para implementar la innovación, aunque la tecnología por sí sola no produce innovación.

Dependiendo de cuál sea el problema, la innovación no necesariamente debe ser complicada ni demandar el uso de tecnología avanzada que quizá ni siquiera la audiencia objetivo pueda usar. Simplemente podría derivar en soluciones simples que no se hayan pensado antes y que puedan ponerse en práctica con facilidad en beneficio de nuestros usuarios objetivo.

Algunos de los objetivos que tenemos en cuenta para la agricultura climáticamente inteligente en las áreas sobre las que se centran las innovaciones incluyen, a mero título enunciativo:

- I. resistencia a la sequía (madurez temprana, tolerancia a la sequía);
- II. resistencia a enfermedades y plagas existentes y nuevas emergentes (p. ej., virus de la raya parda de la yuca, necrosis letal del maíz, oruga militar tardía, etc.);
- III. variedades de cultivo eficaces que usan nitrógeno y agua.

Algunos ejemplos típicos de innovaciones que han surgido de la agricultura climáticamente inteligente (CSA) incluyen:

- I. el uso de drones y de análisis avanzado de datos obtenidos de imágenes que pueden propiciar la identificación temprana de plagas y enfermedades, mientras que los sistemas de alerta temprana ofrecen información a los agricultores a través de sus teléfonos móviles que pueden avisarles sobre cuándo plantar. Esto reduce los riesgos y las pérdidas, así como aumenta la seguridad alimentaria y ganadera;
- II. fortalecer la resiliencia climática acelerando el uso de información agrometeorológica, de tecnologías de riego perfeccionadas y de energía renovable en las unidades de procesamiento de alimentos;
- III. distribución de semillas mejoradas con tolerancia a la sequía, riego más eficiente y técnicas de agricultura de conservación para beneficiar a los agricultores.

Sin embargo, la innovación presenta algunas limitaciones con respecto al cambio climático. Algunas de las limitaciones incluyen la inversión inadecuada en tecnología e infraestructura. Asimismo, las impredecibles condiciones de cultivo podrían obstaculizar la capacidad del agricultor para evaluar el valor de nuevas tecnologías, tales como la tolerancia a la sequía.

Por lo tanto, se recomienda que los programas de investigación estén enfocados en el desarrollo de tecnologías climáticamente inteligentes y en los métodos de gestión, en sistemas de alerta temprana, en el seguro contra riesgos, entre otras innovaciones que promuevan la resiliencia y luchen contra el cambio climático. Además, se necesitan mayores inversiones en investigación y desarrollo de pruebas y análisis del suelo, variedades de cultivos resistentes al clima, de alto rendimiento, resistentes a enfermedades y plagas y de corta duración, sin olvidar la salud y seguridad de los consumidores. Asimismo, el entorno normativo debe ser favorable para el sector privado y las instituciones deben consolidarse para apoyar las innovaciones relacionadas con el cambio climático.

Vortrag auf dem Seminar

CLIMATE CHANGE: AN OPPORTUNITY FOR INNOVATION IN AGRICULTURE.

*Solomon Gyan Ansah (PhD)
Directorate of Crop Services
Ministry of Food and Agriculture
Accra-Ghana*

Seminar to explore the role of plant breeding and plant variety protection in enabling agriculture to adapt to, and mitigate, climate change, October 11 and 12 (virtual), October 26, 2022 (hybrid)

INTRODUCTION

- Globally, climate change is one of the developmental challenges of the 21st Century
- Climatic factors such as humidity, temperature, rainfall etc. have changed in various agro-ecologies.
- Global warming as a result of climate change is having devastating effect on our agriculture.
- Unexpected drought and floods are destroying our crops, livestock as well as affecting fisheries production.

INTRODUCTION CONT'D

- Climate change perhaps presents us with an opportunity; It reinforces the need to make greater progress on the transfer and dissemination of existing knowledge and technologies and to speed up the development and transfer of new innovations.
- Innovation is vital to build resilience and competitiveness in agriculture and to meet the urgent challenges presented by climate change.
- Innovations applied to agriculture has made agriculture climate smart

SOME FOCUS AREAS WHERE INNOVATION IS APPLIED TO CLIMATE SMART AGRICULTURE

These include:

- a. Early maturity, drought tolerant, Nitrogen and water use efficient crop varieties
- b. Resistance to existing and new emerging diseases and pests (eg cassava brown streak virus, maize lethal necrotic virus disease, fall army worm etc)
- c. Conservation Agriculture;
- e. Artificial Intelligence
- f. Meteorological data to predict rainfall or drought, pest evasion etc
- g. Investment in irrigation and water harvesting structures

EXAMPLES OF INNOVATIONS THAT HAS EMANATED FROM CLIMATE SMART AGRICULTURE (CSA)

- The use of drones and advanced image data analytics can enable the early identification of pests and diseases.
- Early warning systems offer information to farmers via their mobile phones that can advise them on when to plant.
- The use of agrometeorological information which has strengthen climate resilience
- Improved irrigation technologies and the use of renewable energy in food processing units.
- Development of improved early maturing/drought-tolerant seeds, etc.
- More efficient irrigation and conservation agriculture techniques that benefit farmers

SOME CONSTRAINTS TO INNOVATION

- Inadequate investment in technology and infrastructure especially in the developing countries;
- Unpredictable growing conditions which can hamper farmer's ability to assess the value of new technologies such as drought tolerance

RECOMMENDATIONS

- The policy environment should be friendly and institutions strengthened to support climate change related innovations.
- Research programs should be aimed at developing climate- smart technologies and management methods, early warning systems, risk insurance and other innovations that promote resilience and combat climate change.
- The need for increased investments in research and development of soil testing and analysis; climate resilient, high yielding, disease and pest resistant, short duration crop varieties, taking into account consumer health and safety.
- The process of innovation requires experimentation and iteration, a diverse team, and a desire to learn while failing and these process must be ongoing in the phase of climate change to come out with better innovations.

THANK YOU

PAPEL DEL FITOMEJORAMIENTO EN LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO

Sra. Sol Ortíz García

Directora general de Políticas, Prospección y Cambio Climático, Secretaría de Agricultura (México)

INTRODUCCIÓN

Los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (RFAA) son material genético de origen vegetal de valor real o potencial para la alimentación y la agricultura (FAO 2010). Los RFAA comprenden las variedades cultivadas modernas, las líneas de fitomejoramiento, las estirpes genéticas, las variedades cultivadas obsoletas, los ecotipos, las variedades de agricultores, las razas autóctonas y las razas de malas hierbas, así como los parientes silvestres de cultivos y las especies silvestres cosechadas para la alimentación (FAO 2019).

Los RFAA contribuyen a la seguridad alimentaria por ser el constituyente alimentario fundamental. Contribuyen a la nutrición tanto mediante dietas diversificadas y con diferente composición de vitaminas y minerales en diferentes recursos vegetales y alimentarios. Asimismo, la plantación de una diversidad de variedades ha permitido que los agricultores estén más predispuestos a las demandas del mercado cambiante o a las variaciones ambientales que podrían afectar la producción agrícola; de este modo, se está contribuyendo a desarrollar la economía y a aliviar la pobreza. La diversidad genética del cultivo también tiene el potencial de mejorar las funciones específicas del ecosistema como la eficacia de la polinización, el control de plagas y enfermedades, los procesos del suelo (el ciclo de los nutrientes, el control de la descomposición y de la erosión) y la retención de carbono (Hajjar *et al.* 2008).

El cambio climático afecta los RFAA de muchas maneras, incluidas las formas que se dan a través de factores no bióticos, tales como temperaturas en aumento, patrones de precipitación cambiantes, aumento de la frecuencia de los fenómenos climáticos extremos y elevación de la concentración de CO₂ en la atmósfera, así como factores bióticos, tales como la aparición de nuevas plagas y enfermedades y cambios en la virulencia de las ya existentes. Si bien los efectos varían de cultivo en cultivo y según la ubicación y el tipo del sistema de producción, hay consenso científico de que las temperaturas en aumento serán perjudiciales para la productividad agrícola. Si bien los RFAA pueden adaptarse a los cambios del clima por medio de la evolución, no está claro si esto sucederá lo suficientemente rápido como para estos se mantengan al ritmo del cambio climático (CGRFA-18 2021). El hecho de que el cambio climático afecte diferentes interacciones biológicas, incluidas la diversidad agrícola, ilustra con claridad que existen vínculos sólidos entre la agricultura, la biodiversidad y el cambio climático.

México es considerado un país megadiverso y es un centro de origen y diversidad de muchos cultivos importantes para el sector agrícola-alimentario, entre cuyos ejemplos cabe mencionar el maíz, los porotos, el aguacate, el tomate y el ají. Tener esta agrobiodiversidad se vuelve muy importante para afrontar el reto del cambio climático en México. Dicho país presenta una gran variabilidad climática, con una tendencia a aumentos de temperatura, sequías recurrentes y precipitaciones impredecibles.

Debido a la gran diversidad de regiones orográficas, condiciones geográficas, régimen climático y disponibilidad del agua, solo el 27 % del área agrícola en México se produce bajo riego, el 73 % restante se lleva a cabo bajo condiciones de secano, con riesgo a sufrir condiciones climáticas cada vez más cambiantes. Con frecuencia, las variedades nativas se utilizan en la agricultura de secano, mientras que las variedades mejoradas se utilizan en tierra de cultivo regada.

En este contexto, la Política Nacional de Semillas (2020) establece una diferencia entre los siguientes tipos de región según su productividad y potencial:

- las regiones con un alto potencial de productividad con acceso a tecnología de punta, información, suministros, riego o muy buen clima, financiamiento y semillas de variedades mejoradas con alto potencial de productividad según la región. En general, todas presentan las condiciones de alta productividad que han permitido su

desarrollo, con lo cual en los últimos años alcanzaron una producción competitiva a escala internacional por hectárea. Tal es el caso de las regiones como el noroeste del país (Sinaloa, Sonora, Baja California y Baja California Sur) con la producción de maíz, hortalizas, trigo, papas, frutillas y otros productos, así como las regiones de alta productividad en el Bajío, la región oeste y otras regiones objetivo. Estas regiones han transformado el país en un centro poderoso de producción y exportación para algunos cultivos.

- hay otras regiones con una productividad más baja, dado que están sujetas a las condiciones climáticas; si bien sus condiciones son generalmente favorables, caracterizadas por el buen clima durante la mayoría de los años, estas sufren de acceso limitado a los insumos, la tecnología y el financiamiento. En estas condiciones, encontramos regiones dentro de Veracruz, Jalisco, la región de Bajío, Nayarit, el centro y partes de Valles Altos de Chiapas y zonas de transición de los estados de México, Puebla, Hidalgo y Queretaro.
- las regiones que, aun cuando presentan condiciones climáticas favorables, para varios factores sociales, tales como la propiedad de tierras y el acceso a los insumos, no han podido desarrollar el potencial de productividad de la región. Tal es el caso de la región sudeste de México. Estas regiones presentan un alto potencial de rendimiento, pero una baja aplicación tecnológica.
- finalmente, es posible observar regiones con un régimen de lluvia de medio a inestable. En estas regiones, la producción continúa realizándose con las semillas seleccionadas de la cosecha previa y principalmente de variedades nativas, con poco o ningún acceso a insumos, cuya producción se lleva a cabo con poca tecnología. Estas regiones están caracterizadas por una fragmentación significativa en la propiedad de tierras y por un bajo poder de inversión para el desarrollo de la productividad. En este caso, es posible mencionar las localidades del Altiplano de San Luis Potosí, Aguascalientes, Coahuila, Chihuahua y Valles Altos en el centro del país, así como las regiones en el sudeste del país.

RETOS AGRÍCOLAS DE MÉXICO BAJO EL CAMBIO CLIMÁTICO

De acuerdo con el mapa del índice de estabilidad climática, elaborado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad de México (CONABIO, 2019), siendo una Trayectoria de Concentración Representativa (RCP) 4.5 el escenario más optimista, los resultados de la modelación muestran que las principales áreas agrícolas de México son las que experimentarán una mayor variabilidad climática (datos no publicados de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural). Estas incluyen diferentes tipos de cultivos, como cereales, hortalizas y leguminosas, donde se espera que las áreas sembradas más extensas se vean afectadas por una alta variabilidad climática, particularmente en el norte de México, pero también en la región central para hortalizas y leguminosas, y, en el caso de los cereales, en algunas partes del sur de México.

Esto significa que la mayor parte del país y muchos cultivos necesitan adaptación, definida por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, (CMNUCC 2023) que incluye los ajustes en los sistemas ecológicos, sociales o económicos en respuesta a los estímulos climáticos reales o esperados y sus efectos o impactos.

México ya viene considerando este asunto con respecto a sus políticas públicas dentro del sector agrícola. Por ejemplo, el Programa Sectorial de Agricultura y Desarrollo Rural (2020–2024) tiene tres objetivos principales: i) lograr la autosuficiencia alimentaria mediante el aumento de la producción y productividad de la agricultura, la ganadería y la acuicultura-pesca; ii) contribuir al bienestar de la población rural a través de la inclusión de agricultores históricamente excluidos en actividades productivas rurales y costeras, aprovechando las potencialidades de los territorios y mercados locales; e iii) incrementar las prácticas productivas sostenibles en el sector agropecuario y acuícola-pesquero frente a los riesgos agroclimáticos. Este último objetivo particularmente hace frente a los retos que afronta el cambio climático.

Las acciones que se incluyen en este Programa Sectorial también contribuyen a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030, en particular a los ODS 1) fin de la pobreza, 2) hambre cero, 5) igualdad de género, 6) agua limpia y saneamiento, 12) producción y consumo responsables, 13) acción por el clima, 14) vida submarina y 15) vida de ecosistemas terrestres. Y estas contribuyen indirectamente al resto de los ODS.

Los objetivos y líneas estratégicas en este Programa Sectorial tienen diferentes instrumentos de políticas públicas

para su implementación. Dos están directamente relacionados con los RFAA: la Política Nacional de Semillas y el Programa de Trabajo Multianual del Comité Sectorial de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura (CSRGAA).

POLÍTICA NACIONAL DE SEMILLAS

La Política Nacional de Semillas (PEN 2020) tiene como objetivo potenciar acciones coordinadas entre los actores involucrados e interesados en los sectores semilleros (gobierno, academia e instituciones de investigación, empresas productoras de semillas, asociaciones de productores, comercializadores y agricultores) para organizar la gestión del banco de genes y la generación de variedades, la producción de semillas de calidad, el comercio de semillas y la calidad y regulación de semillas. Con ello, se busca fortalecer los sectores semilleros y asegurar el abastecimiento (enfoque y mercado regional) que requiere el agricultor para incrementar su productividad, enfrentar los retos del cambio climático y la degradación de suelos, y poder contribuir a lograr la autosuficiencia alimentaria y el bienestar familiar.

El principal impulsor de la productividad y la prosperidad en la agricultura es la investigación y el desarrollo con una transferencia sistemática de innovaciones a la producción. El elemento principal de la innovación agrícola es la generación de nuevas variedades que satisfacen tanto al mercado como a las necesidades de los agricultores. Primero, hay una necesidad de tomar ventaja de las variedades existentes que cumplan con las necesidades de los agricultores. En México, hay más de 5 000 variedades registradas en 139 cultivos, de estos 1 903 tienen derechos a obtenciones vegetales, 2 396 se encuentran en el listado nacional del Catálogo Nacional de las Obtenciones Vegetales y 110 tienen ambos tipos de registro. Las variedades vegetales protegidas en México con título de obtentor se originaron en 26 países diferentes, entre ellos Estados Unidos con el 36 % de las variedades registradas, seguido de México con el 32 % y Holanda con el 18 %.

En segundo lugar, México está trabajando con una política diferenciada que debe considerar la diversidad de los sistemas productivos del país para promover el desarrollo, la adopción y el uso de nuevas variedades, ya que el país contará con importantes áreas de producción agrícola donde se espera que la variabilidad climática sea mayor y se pueda mantener la estabilidad del rendimiento en un clima impredecible y variable a través de la plasticidad fenotípica, la diversidad dentro de la población y los rasgos que confieren directamente resistencia al estrés biótico o abiótico. Estas son las principales características a las que deben hacer frente los programas de fitomejoramiento. Estas opciones de fitomejoramiento también toman en cuenta diferentes enfoques según los tipos de sistemas de producción. Para cultivos comerciales es importante utilizar variedades mejoradas adaptadas a la sequía, la salinidad, la resistencia a plagas y enfermedades locales y a la baja fertilidad del suelo. Para los agricultores con variedades locales, es muy importante promover los sistemas locales de semillas, mejorar la selección para el autoconsumo, desarrollar y mantener bancos comunitarios de semillas y facilitar el mejoramiento participativo y la producción de semillas nativas. Idealmente, ambos enfoques podrían integrar conocimientos científicos, técnicos, locales y tradicionales.

En tercer lugar, y junto con los dos puntos anteriores, para la generación de variedades de acuerdo a las necesidades de los agricultores y para satisfacer la demanda de los mercados, México necesita aprovechar las instituciones públicas de investigación que están desarrollando programas de mejoramiento. Las instituciones públicas de investigación mejoran las variedades de cultivos donde las empresas privadas no ven ingresos. En México estas instituciones generan el 90 % y el 80 % de variedades de porotos y trigo, respectivamente. Las pequeñas compañías nacionales que carecen de sus propios programas de mejoramiento pueden usar estas variedades.

Por ejemplo, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) posee la mayor cantidad de registros en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales en cultivos de maíz, poroto y arroz, para varias regiones. En el caso del maíz, muchos de los enfoques de selección apuntan a tener variedades con ciclos más cortos y características que les confieran resistencia a nuevas plagas. El INIFAP también cuenta con programas de mejoramiento en 48 cultivos (NSP 2020). En el caso del mejoramiento genético de hortalizas, aplican diferentes estrategias de fitomejoramiento para incrementar el rendimiento del bulbo, el fruto y el tubérculo. Las especies que se han estudiado son ajo, cebolla, ají, tomate, papa y tomate de cáscara. Como resultado de estas investigaciones, investigadores del INIFAP cuentan con 19 variedades de ajo, 10 de cebolla, 21 de ají, 29 de papa y 2 de tomate de cáscara (González Pérez *et al.* 2021).

PROGRAMA DE TRABAJO MULTIANUAL DEL COMITÉ SECTORIAL SOBRE RECURSOS GENÉTICOS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA

La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural estableció recientemente el Comité Sectorial de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura (CSRGAA) con el objetivo de promover la conservación, el manejo, la distribución justa y equitativa de los beneficios y el uso sostenible de los Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura (GRFA), a través de la coordinación interinstitucional e interdisciplinaria en el sector. El comité aporta elementos técnicos para la gestión de recursos financieros y cooperación técnica nacional e internacional que promuevan la conservación, gestión y uso sostenible de los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura.

El CSRGAA se organiza en cuatro subcomités: 1) recursos genéticos para la agricultura; 2) recursos genéticos para la ganadería; 3) recursos genéticos para la pesca y la acuicultura; y 4) recursos genéticos para invertebrados y microorganismos. Cada subcomité incluye varias partes interesadas involucradas e interesadas en contribuir a las principales metas del CSRGAA. En un ejercicio participativo sus miembros han desarrollado el Programa de Trabajo Multianual: diversidad genética para la producción sostenible, adaptación al cambio climático y bienestar (MWP 2022-2024).

Este MWP reconoce la importancia del fitomejoramiento y por tal motivo lo incluye en una de sus siete líneas de acción principales: 1) conservación de la diversidad genética; 2) caracterización de recursos genéticos; 3) mejoramiento genético; 4) transferencia de tecnología; 5) desarrollo de capacidades; 6) valor agregado y uso sostenible; y 7) acceso y distribución de beneficios. Estas líneas de acción transmiten un orden secuencial, si bien pueden implementarse en paralelo. Con recursos genéticos que cuenten con algún nivel de caracterización, se desarrollarán programas de fitomejoramiento para optimizar la productividad y la resistencia a factores bióticos y abióticos, y mejorar las cualidades nutricionales; de este modo, se garantizará el mantenimiento de la diversidad genética en los productos finales, los cuales tienen potencial para ser transferidos a los productores para la generación de alimentos y otros productos.

El Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) coordina el subcomité de recursos genéticos para la agricultura, y está fortaleciendo la red de bancos de germoplasma, sumando al Centro Nacional de Recursos Genéticos y a diferentes centros de conservación la creación y mantenimiento de bancos comunitarios de semillas que preservan temporalmente semillas locales. El SNICS también lidera un esfuerzo nacional para la conservación de cultivos nativos, con más de 64 000 adquisiciones de más de 1 300 especies, incluidos parientes silvestres de cultivos.

Los programas de mejoramiento genético en instituciones de investigación nacionales aún necesitan más coordinación. En general, el mejoramiento convencional se lleva a cabo y en algunos proyectos específicos se incorporan nuevas técnicas de mejoramiento destinadas a los programas de fitomejoramiento. Por ejemplo, un grupo comprometido de investigadores del Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV) está utilizando la genómica para acelerar la caracterización y la mejora de cultivos estratégicos en México. Ya cuentan con el genoma de nueve especies: *Agave tequilana*, *Persea americana*, *Capsicum annum*, *Phaseolus vulgaris*, *Citrus aurantifolia*, *Zea mays*, *Carica papaya*, *Vanilla planifolia* y *Rubus ulmifolius*. Por ejemplo, en la papaya, se está estudiando el genotipado por secuenciación (GBS) para determinar los rasgos de domesticación, la resistencia a enfermedades, el estrés abiótico y las características del fruto. Dado que estos programas están sujetos a la disponibilidad de recursos públicos para su operación los cuales tienen restricciones por reasignación de fondos para enfrentar la pandemia del COVID, los avances aún son limitados. Sin embargo, este esfuerzo ilustra que los programas de fitomejoramiento deben actualizarse mediante la incorporación de herramientas innovadoras, y la vinculación y coordinación de todos los actores del área semillera.

La adaptación al cambio climático a través del fitomejoramiento debe complementarse con otras estrategias que incluyen la conservación *in situ* de poblaciones genéticamente diversas para permitir que continúe la evolución y la generación de rasgos adaptativos, y la conservación *ex situ* para asegurar el mantenimiento de la diversidad de especies, poblaciones y variedades, incluidas aquellas de áreas que se espera que se vean muy afectadas por el cambio climático.

En determinadas regiones donde se plantan porotos y maíz, las condiciones de la temporada lluviosa, la tierra y el acceso a insumos son insuficientes para el desarrollo de estos cultivos. Es necesario reconvertir estas regiones a cultivos con menores requerimientos, tanto de agua como de insumos, para aumentar la productividad y rentabilidad de los agricultores de estas regiones.

Se deben implementar sistemas agrícolas diversificados con prácticas de gestión que aumenten la diversidad para aumentar la resiliencia a los diversos efectos del cambio climático. Por ejemplo, sistemas de cultivos múltiples como milpa y milpa con árboles frutales, así como sistemas agrosilvopastoriles, rotación de cultivos, uso de cultivos de cobertura y variedades múltiples con una serie de rasgos adaptados. Las prácticas de manejo sostenible del suelo que también contribuyen a la mitigación para reducir las emisiones de gas de efecto invernadero y mejorar los sumideros de carbono generalmente también están vinculadas a la adaptación, al tiempo que consideran soluciones según la naturaleza con un enfoque de cuenca fluvial.

Finalmente, para lograr la adaptación y mitigación al cambio climático existe la necesidad de generar conocimiento de manera constante para comprender mejor y prepararse para los posibles efectos futuros del cambio climático. Existe la necesidad de coordinarse mejor dentro y entre las instituciones públicas y privadas, las instituciones de investigación, las organizaciones de agricultores y de extensión, incluidos los agricultores de las comunidades locales y los pueblos indígenas. Fomentar la comunicación y el diálogo entre las partes involucradas debería contribuir a colaboraciones más efectivas; se conectarían así todos los elementos necesarios y se mantendría un compromiso a largo plazo para luchar contra los efectos negativos del cambio climático.

REFERENCIAS

- CONABIO (2019). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2019). Índice de estabilidad climática 2015-2039 RCP 4.5. Disponible en: <http://geoportat.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/imr451539gw.html>
- FAO (2010) El Segundo Informe sobre el estado de los recursos fitogénicos para la alimentación y la agricultura en el mundo Roma. <https://www.fao.org/3/i1500s/i1500s.pdf>.
- FAO (2019) Directrices voluntarias para la conservación y la utilización sostenible de variedades de los agricultores/variedades locales. Roma. [https:// Descripción general \(agricultureauthority.go.ke\) /3/ca5601es/CA5601ES.pdf](https://www.fao.org/3/ca5601es/CA5601ES.pdf).
- Hajjar, R., Jarvis, D. y Gemmill-Herren, B. (2008) "The utility of crop genetic diversity in maintaining ecosystem services". *Agriculture, Ecosystems and Environment* 123: 261-270.
- CGRFA-18 (2021) Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura "The role of genetic resources for food and agriculture in climate change adaptation and mitigation". Eighteenth Regular Session/21/3/Inf.1.
- Política Nacional de Semillas (2020) Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/652647/Politica_Nacional_de_Semillas_Interactiva.pdf.
- González Pérez, E., Ramírez-Meraz, M., Canul-Ku, J., Flores-López, R. y Macías-Valdez, L.M. (2021) Aportaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias al mejoramiento genético de hortalizas Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas publicación especial número 25. <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/2802>
- MWP (2022–2024). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Programa de Trabajo Multianual del Comité Sectorial de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura 2022–2024. Diversidad genética para la producción sostenible, la adaptación al cambio climático y el bienestar. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/759874/Recursos_geneticos_extendido_1_compressed.pdf.
- UNFCCC. 2023. Introducción. Adaptación y Resiliencia [en línea]. <https://unfccc.int/es/topics/adaptation-and-resilience/the-big-picture/que-significa-adaptacion-al-cambio-climatico-y-resiliencia-al-clima>

Vortrag auf dem Seminar

Seminar on the role of plant breeding and plant variety protection in enabling agriculture to mitigate and adapt to climate change

The role of plant breeding for adaptation to climate change in Mexico

Sol Ortiz García
General Director of Policies, Prospective and Climate Change
Secretary of Agriculture and Rural Development
Mexico




AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



2022 Flores
Año de Magón
PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA


Importance of PGRFA



AGRICULTURA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL

Plant genetic resources for food and agriculture contribute to:

- Food security
- Nutrition
- Adaptation and mitigation of climate change
- Ecosystems services (provision)
- Raw material for many products
- Economic development and livelihoods



RECURSOS GENÉTICOS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (RGAA)

Medios de Vida


Seguridad alimentaria

Nutrición

Mitigación y adaptación al cambio climático

Servicios ecosistémicos

Materia prima para el sector farmacéutico, industrial, semillero, alimenticio, suplementos, cosméticos



2022 Flores
Año de Magón
PRECURSOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA

Climate change affects PGRFA

Non-biotic factors

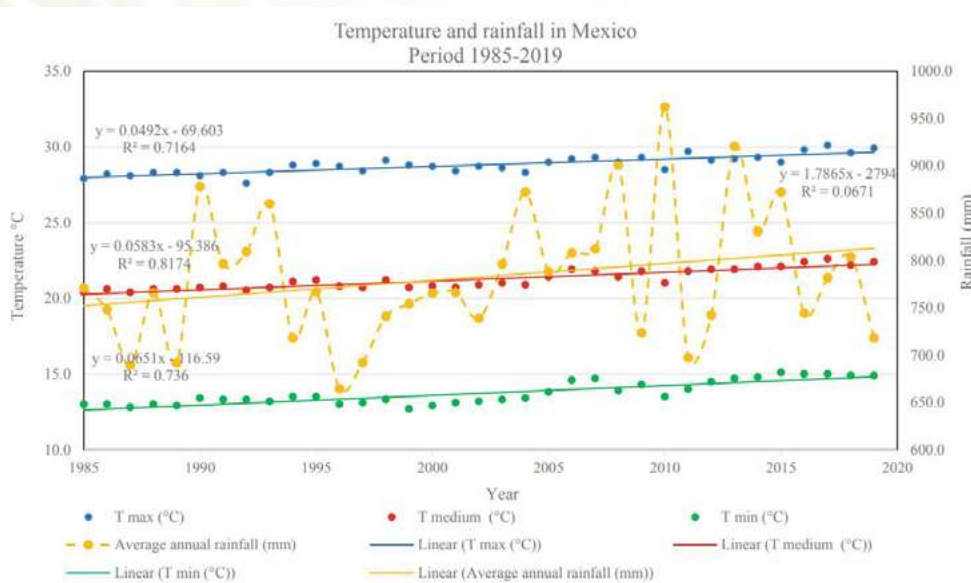
- ▶ Rising temperatures
- ▶ Changing precipitation patterns
- ▶ Increasing frequency of extreme weather events
- ▶ Rising concentration of CO₂ in the atmosphere

Biotic factors

- ▶ Emergence of new pests and diseases
- ▶ Changes in distribution range of pest
- ▶ Changes in the virulence of existing pests
- ▶ Reduced pollinator populations



Effects of climate change in Mexico

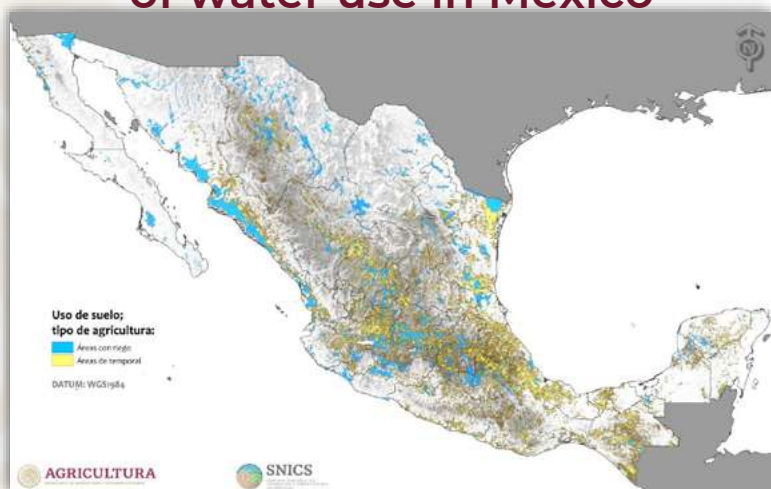


The climate of Mexico presents high variability, with a tendency to temperature increase, recurrent droughts and unpredictable rainfalls

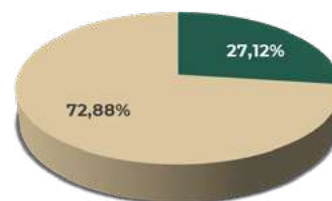


Source: Michel-Cuello y Aguilar-Rivera, 2022: Climate Change Effects on Agricultural Production Systems in México: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-87934-1_19

Agriculture and modalities of water use in Mexico



Rainfed and irrigated agriculture in Mexico (2021)

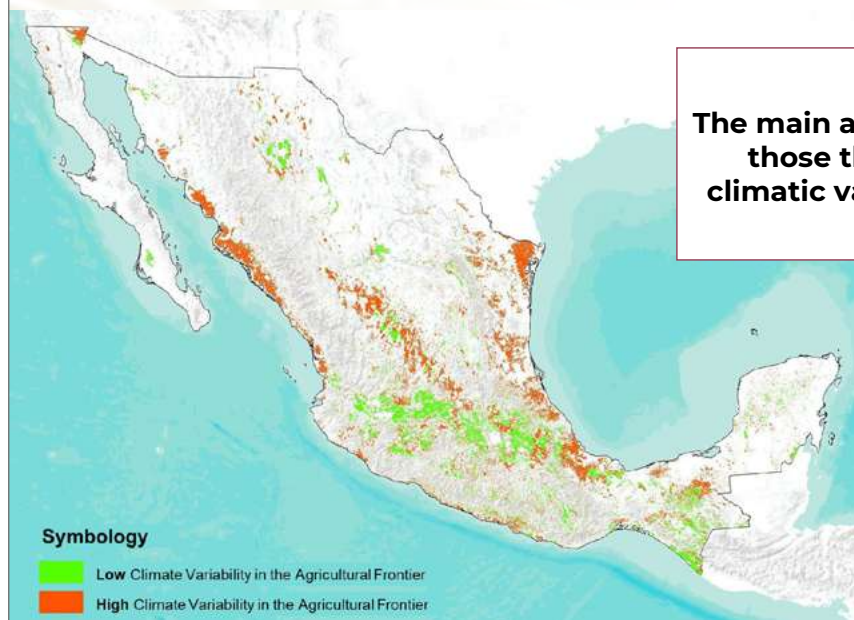


■ Agricultura de riego ■ Agricultura de temporal

Mainly, native varieties are used in rainfed agriculture whereas improved varieties are used in irrigated crop land.



Source: Land use and vegetation vector data set obtained from INEGI, 2018



The main agricultural areas of Mexico are those that will experience greater climatic variability (considering the 2015-2039 scenario and an RCP 4.5.)

It is necessary to promote actions for the adaptation of agriculture to climate change

Source: Own elaboration with data from CONABIO, IB-UNAM, CONANP-SEMARNAT, UNDP, INECC. Climate Change and Biodiversity Explorer, version 1.0. National Commission for the Knowledge and Use of Biodiversity, Mexico. Available in: http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/explorador_cambio-climatico



Regions with the largest area planted

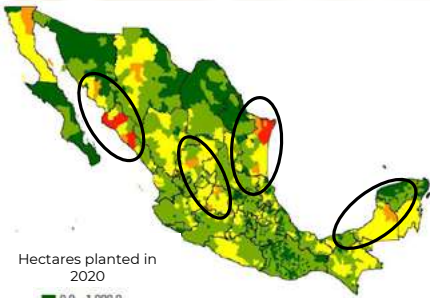


High climatic variability expected

Cereals

Vegetables

Legumes



Hectares planted in 2020

- 0.0 - 1,000.0
- 1,000.1 - 10,000.0
- 10,000.1 - 50,000.0
- 50,000.1 - 100,000.0
- 100,000.1 - 214,742.75



Hectares planted in 2020

- 0.0 - 500.0
- 500.1 - 1,000.0
- 1,000.1 - 5,000.0
- 5,000.1 - 10,000.0
- 10,000.1 - 18,224.0



Hectares planted in 2020

- 0.0 - 1,000.0
- 1,000.1 - 5,000.0
- 5,000.1 - 20,000.0
- 20,000.1 - 50,000.0
- 50,000.1 - 105,965.0



Public policies to achieve food security



Mexico. Sectorial Program for Agriculture and Rural Development 2020-2024



1.- Achieve food self-sufficiency by **increasing production and productivity** of agriculture, livestock, and aquaculture-fishing.


2.- Contribute to the well-being of the rural population through the **inclusion of historically excluded farmers** in rural and coastal productive activities, taking advantage of the potential of the territories and local markets.


3.- **Increase sustainable production practices in the agricultural and aquaculture-fishing sector in the face of agro-climatic risks.**



Importance of plant breeding

Actions to promote plant breeding and seed quality to face climate change






- 1
Take advantage of existing varieties
- 2
Adopt and use new varieties
- 3
Generate varieties according to needs



National Seed Policy

1 Take advantage of existing varieties



Origin of plant varieties protected in Mexico with breeder's title


5,409 registered varieties (139 crops)

| | | |
|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| <p>1,903 PBR</p> | <p>1,110 PBR & NLI</p> | <p>2,396 NLI</p> |
|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|

PBR: Plant Breeder's Right
NLI: National Listing (CNVV)

26 countries

| Country | Count | Percentage | Top Varieties |
|---------------|-------|------------|---|
| United States | 1,024 | 36% | Corn 278, Strawberry 147, Chili 87, Vine 76, Sorghum 72 |
| Mexico | 914 | 32% | Corn 311, Wheat 70, Sorghum 55, Beans 45, Potato 26 |
| Netherlands | 517 | 18.1% | Rose 69, Anthurium 64, Chrysanthemum 52, Daisy 43, Lettuce 37 |
| Australia | 63 | 2.2% | Blueberry 38, Cotton 9, Peach 8, Mango 3, Apple 2 |
| France | 63 | 2.2% | Rose 40, Tomato 8, Chili 6, Lettuce 4, Raspberry 2 |
| Germany | 46 | 1.6% | Rose 39, Potato 2, Rice 1, Cherry 1 |



National Seed Policy



2 Adopt and use new varieties

Yield stability in an unpredictable and variable climate can be maintained through **phenotypic plasticity**, **diversity within the population**, and **traits** that directly **confer resistance to biotic or abiotic stresses**.

Plant breeding

- ◆ In commercial crops
- ◆ In local landraces



Use of improved varieties
Breeding varieties adapted to drought, salinity, resistance to local pests and diseases, or low soil fertility.

Local seed systems
Selection for self-consumption
Community seed banks
Participatory breeding
Native seed production

Integrate scientific, technical, local and traditional knowledge



National Seed Policy



3 Generation of varieties according to needs

Take advantage of public research institutions

46 public research institutes with improvement programs and 253 active researchers

inifap



UAAAN
ESTABLECIDA EN 1923

INIFAP* Program of genetic improvement in vegetables:

- » Different breeding strategies are applied to **increase the yield** of bulb, fruit, and tuber.
- » Species that have been studied: garlic, onion, chili, tomato, potato, and husk tomato.
- » As a result of these investigations, 19 **varieties** for garlic, 10 for onion, 21 for chili, 29 for potato and 2 for husk tomato.

* Gonzalez –Perez et. al., 2021. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas publicación especial número 25. 13p



Creation of the Sectorial Committee on Genetic Resources for Food and Agriculture (CSRGAA)

- Legally established on July 16, 2020.
- Multiannual Work Program: Genetic Diversity for sustainable production, **adaptation to climate change**, and wellbeing.
- Consolidation of 4 Subcommittees on GRFA
 - GR Agriculture
 - GR Livestock
 - GR Fisheries and aquaculture
 - GR Invertebrate and microorganisms

General objective:

Promote **the conservation, management, fair and equitable distribution of benefits, and sustainable use of these genetic resources**, through inter-institutional and interdisciplinary coordination in the sector.

Specific objectives:

Contribute with technical elements for the management of financial resources and national and international technical cooperation that promote the **conservation, management, and sustainable use of genetic resources for food and agriculture**.

Available in:
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment_data/file/759874/Recursos_geneticos_extendido_1_compressed.pdf



Importance of plant breeding



Multiannual Work Program of the CSRGAA:

- Line of action 1: Conservation of genetic diversity
- Line of action 2: Characterization of genetic resources
- Line of action 3: **Genetic improvement**
- Line of action 4: Technology transfer
- Line of action 5: Capacity building
- Line of action 6: Added value and sustainable use
- Line of action 7: Access and distribution of benefits

With the genetic resources that have characterization at some level, **breeding programs will be developed to optimize productivity, resistance to biotic and abiotic factors and to improve nutritional qualities**, guaranteeing **the maintenance of genetic diversity** in end products, which have the potential **to be transferred to producers** for the generation of food and other products.



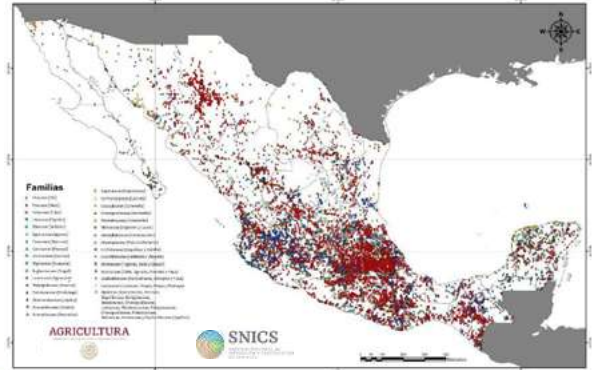
Sectoral Committee on Genetic Resources for Food and Agriculture (CSRGAA)

Conservation of GRFA:

Network of Germplasm Banks



Seed Conservation for native crops



64,000 accessions from 1,301 species

Genomes of Mexican crops



| Crop | | Genome | |
|--------------|----------------------------|---------|-----------|
| Common name | Species | Size | Status |
| Agave | <i>Agave tequilana</i> | 2.7 Gbp | Finished |
| Avocado | <i>Persea americana</i> | 920 Mbp | Published |
| Chili* | <i>Capsicum annum</i> | 3.5 Gbp | Published |
| Beans | <i>Phaseolus vulgaris</i> | 590 Mbp | Published |
| Mexican lime | <i>Citrus aurantifolia</i> | 350 Mbp | Finished |
| Maize | <i>Zea mays</i> | 2.3 Gbp | Published |
| Papaya | <i>Carica papaya</i> | 507 Mbp | Finished |
| Vainilla | <i>Vanilla planifolia</i> | 3.2 Gbp | Finished |
| Blackberry | <i>Rubus ulmifolius</i> | 246 Mbp | Finished |

Genomics to accelerate the characterization and improvement of strategic crops in Mexico



*Not generated by Mexicans

Papaya



GBS for domestication traits, disease resistance, abiotic stresses, and fruit characteristics.

- **Maradol (5 accessions)**
- **Mulata (9 accessions),**
- **Red Passion (6 accessions),**
- **Intenzza (6 accessions):**
 - Biotic and non biotic stress, maturation
- **Wild relative (8 accessions):**
 - Domestication
- **Hybrids and segregants (154 accessions):**
 - Pathogen resistance (fungi, bacteria & virus), non biotic stress.
- **Other species (10 accessions):**
 - Evolution analysis and variation of genes of interest.

Wild papaya



Commercial Papaya Maradol



Wild papaya tree (Veracruz)



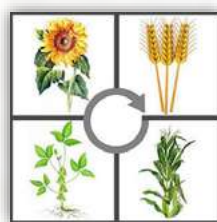
Domesticated papaya tree



What else is needed for adaptation to climate change



- **In situ conservation** of genetically diverse populations to allow evolution to continue and the generation of adaptive traits;
- **Ex situ conservation** to ensure the maintenance of diversity of species, populations and varieties, including those from areas expected to be highly affected by climate change;
- **Diversified farming systems:** management practices that increase diversity tend to increase resilience to the various effects of climate change;
- **Sustainable soil management** practices that also contribute to mitigation;
- Knowledge, coordination, communication, collaboration, connection & commitment (6C).



iThank you!

Sol Ortiz García

sol.ortiz@agricultura.gob.mx

Acknowledges:
Israel Lorenzo Felipe
Leobigildo Córdova Tellez
Alfredo Herrera Estrella
Verónica Bunge Vivier



MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA AGRICULTURA

Sr. Alexandre Lima Nepomuceno

Investigador, Embrapa (Brasil)

Sra. Liliane Henning

Investigadora, Embrapa (Brasil)

Brasil es uno de los principales productores mundiales de alimentos y productos agrícolas y uno de los pocos que podría aumentar considerablemente su producción en las próximas décadas. También tiene gran potencial para convertirse en el principal productor y proveedor de biocombustibles. A diferencia de la mayoría de los países desarrollados, donde la producción agroenergética puede competir con la producción de alimentos, Brasil puede incorporar más de 50 millones de hectáreas de zonas de pastos degradadas para aumentar la producción agrícola, sin nuevas deforestaciones ni reconversión de zonas productoras de alimentos. Sin embargo, así como otros países, Brasil también se ve afectado por los problemas que el cambio climático causa en el planeta. La Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa) está desarrollando líneas de soja con tolerancia a la sequía según la información de estudios moleculares que involucra a plantas modelo para ayudar a mitigar el problema. También buscamos en el genoma de la soja los genes que confieren tolerancia a la sequía para dilucidar los mecanismos que regulan los genes identificados. En función de nuestros hallazgos, generamos nuevas líneas de soja, que se han evaluado en condiciones de efecto invernadero y campo para identificar las líneas con mayor tolerancia a la sequía. Además, determinamos combinaciones de genes y promotores con tolerancia a la sequía e introducimos estas combinaciones en células de soja mediante el uso de métodos según *Agrobacterium tumefaciens*. Evaluamos la tolerancia al estrés de las plantas transgénicas resultantes en el invernadero y en el campo y observamos que algunas líneas de soja transgénicas mostraron mayor tolerancia a la sequía. Estas líneas pueden ser útiles para mitigar los efectos del cambio climático. Las líneas de soja transgénica generadas pueden ayudar a estabilizar o aumentar la producción de soja en Brasil. Esas plantas son transgénicas y, por ese motivo, los costos para desregular y ubicar las variedades en el mercado de los diferentes países son muy altos y están prácticamente prohibidos. Sin embargo, en los últimos 10 años se han desarrollado nuevas herramientas de edición del genoma que permiten replicar algunos de los resultados de la soja transgénica sin necesidad de buscar un gen de otra especie. En muchos países, entre ellos Brasil, las plantas editadas genómicamente, caso por caso, no se considerarán transgénicas. Al tiempo que se preserva la bioseguridad, los costos para desarrollar una variedad comercial pueden mostrar una caída de alrededor del 40 % al 60 %. Así, muchas instituciones como Embrapa están pasando de estrategias de transgénesis a estrategias de edición del genoma para que el uso de la biotecnología en la agricultura vuelva a ser más democrático. Aunque el uso de la transgénesis sigue siendo una herramienta muy importante para ayudar a mitigar los problemas causados por el cambio climático, desgraciadamente, debido a los costos, solo unas pocas empresas pueden desarrollar variedades comerciales al utilizarla.

Vortrag auf dem Seminar

“Mitigation of climate change in agriculture”

ALEXANDRE NEPOMUCENO, Ph.D.
Embrapa Soybean General Head

Brazilian Agricultural Research Corporation

Embrapa

Embrapa
49 anos

INSTITUTO
AGROPECUARIO
EMBRAPA

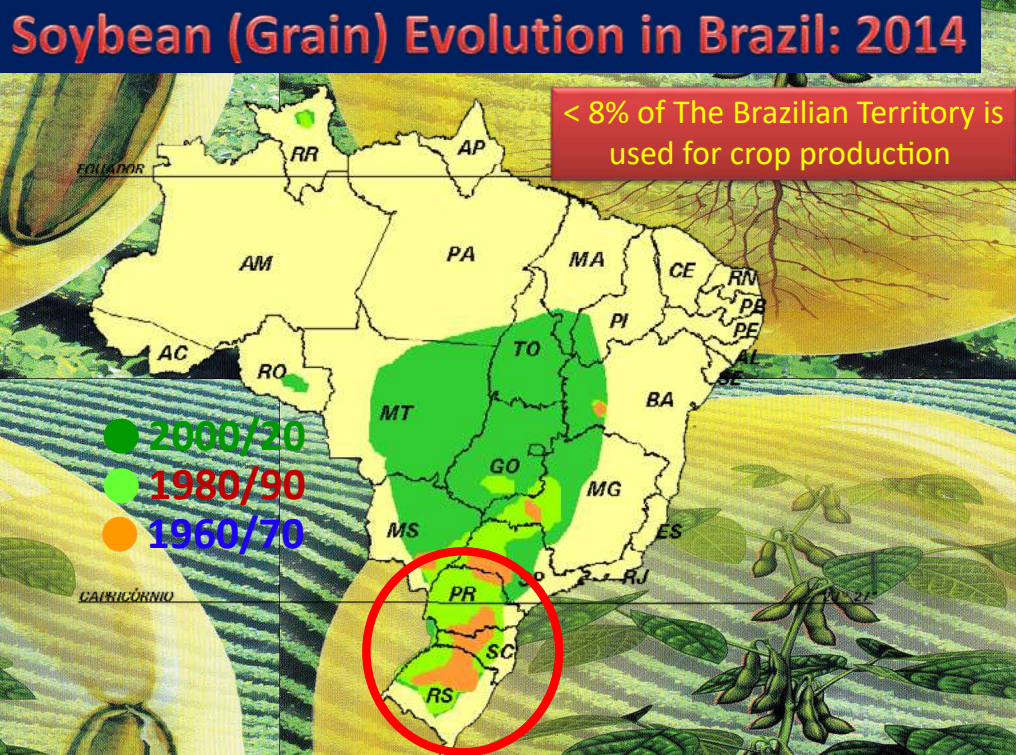
Brazilian Soybean Research Center – Embrapa Soybean

Embrapa
Soja

Embrapa



Brazilian Agricultural Research Corporation



Harvest Season 2021/22 Biggest Drought of the last 93 years

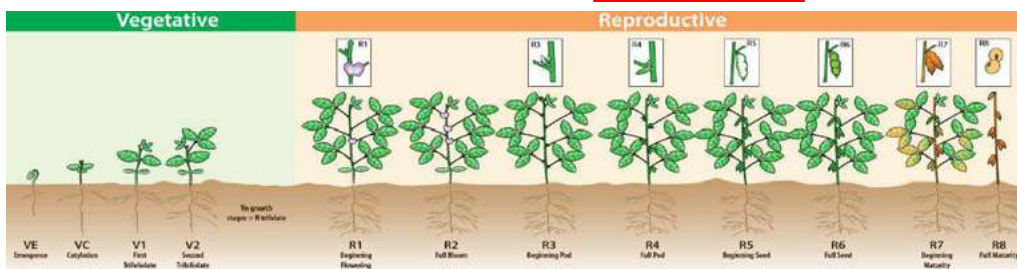
| State | Productivity (Ton/ha) | | Losses (Ton/ha) | Sowed Area (ha x million) | Losses (U\$ billion) |
|-------|-----------------------|--------|-----------------|---------------------------|----------------------|
| | Expected | Actual | | | |
| RS | 3,300 | 1,620 | -1,680 | 6,4 | 6,07 |
| SC | 3,480 | 2,880 | -600 | 0,7 | 0,24 |
| PR | 3,660 | 2,040 | -1,620 | 5,7 | 5,23 |
| MS | 3,600 | 2,520 | -1,080 | 3,5 | 2,20 |
| | | | | | ↓ 13,74 |

Drought
High unpredictability
and high level of
economical damage

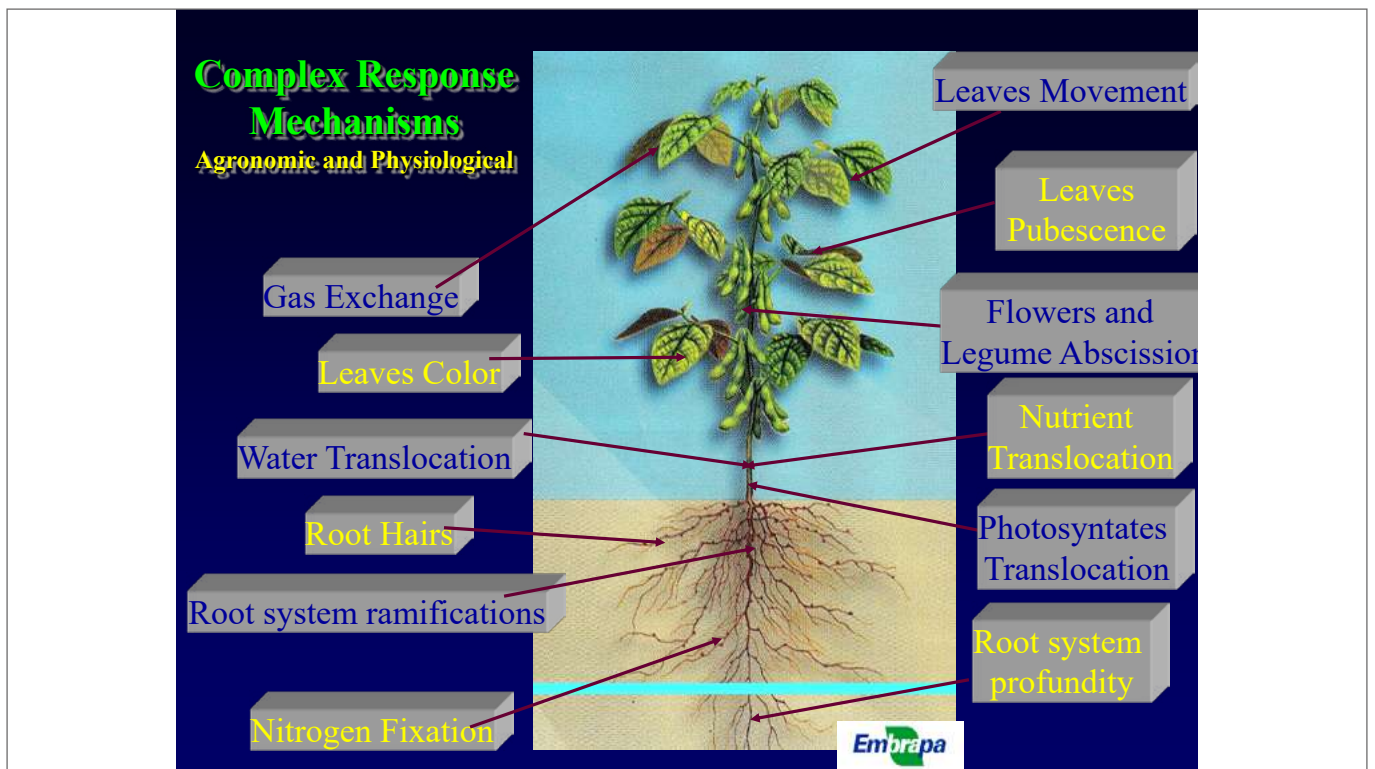
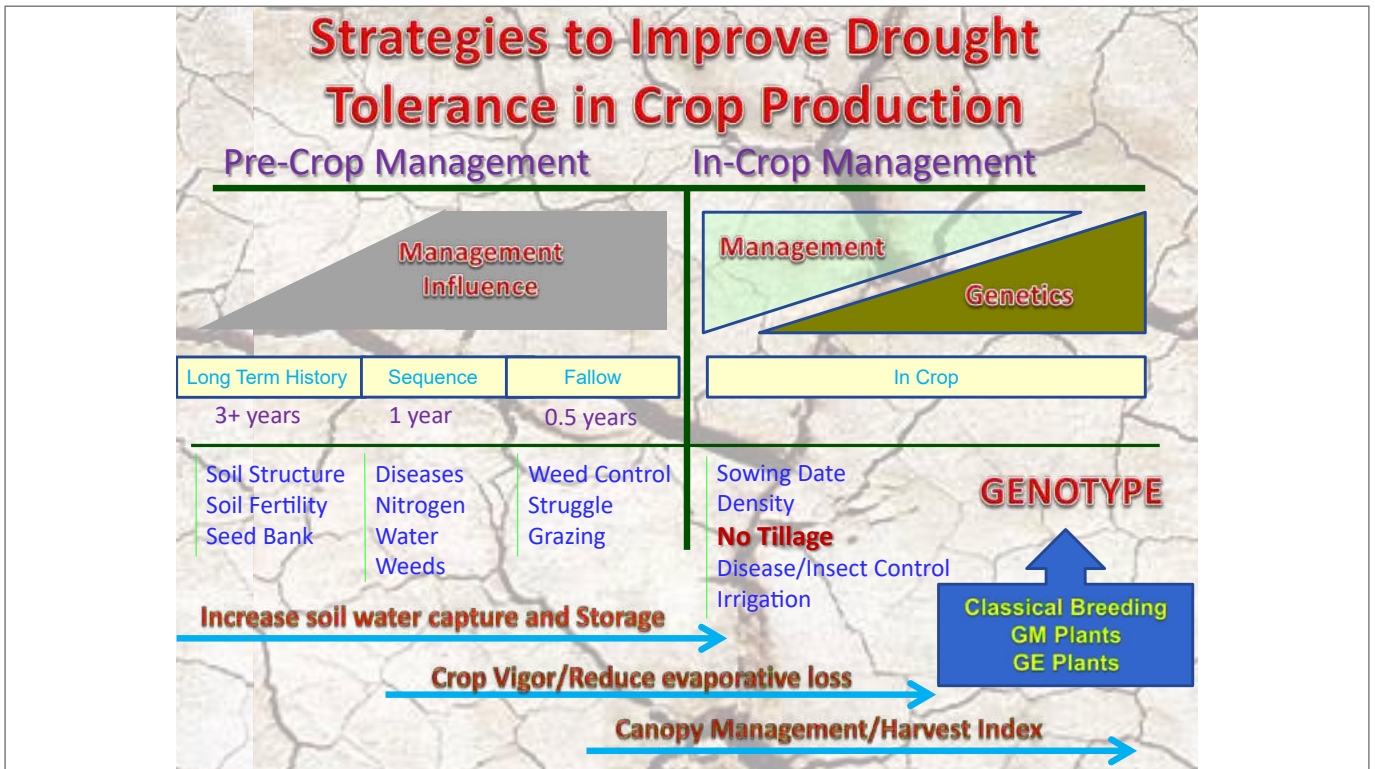
**~24 Million Ton
not harvested**



Source: Embrapa Soybean, 2022



**How to deal with this
Challenge?**



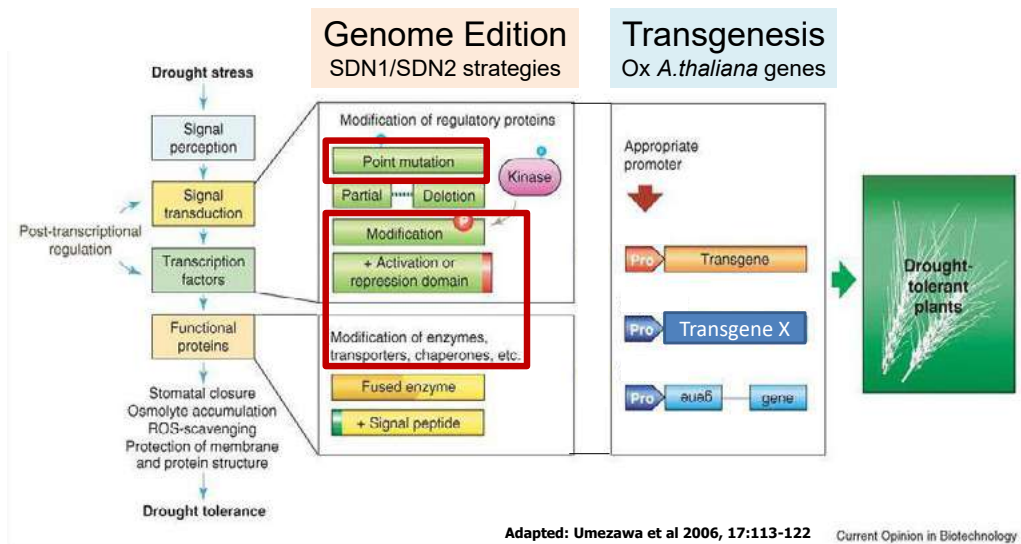
Plant Responses to Drought

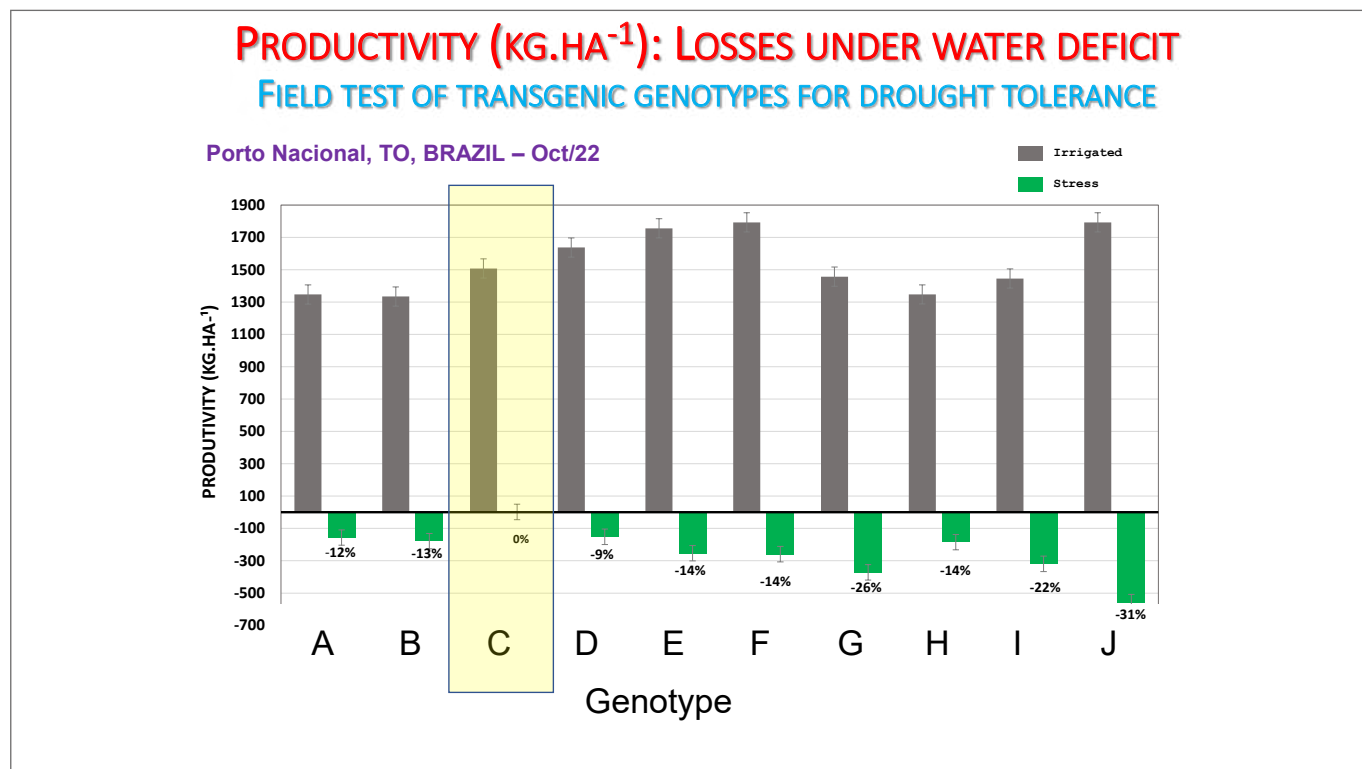
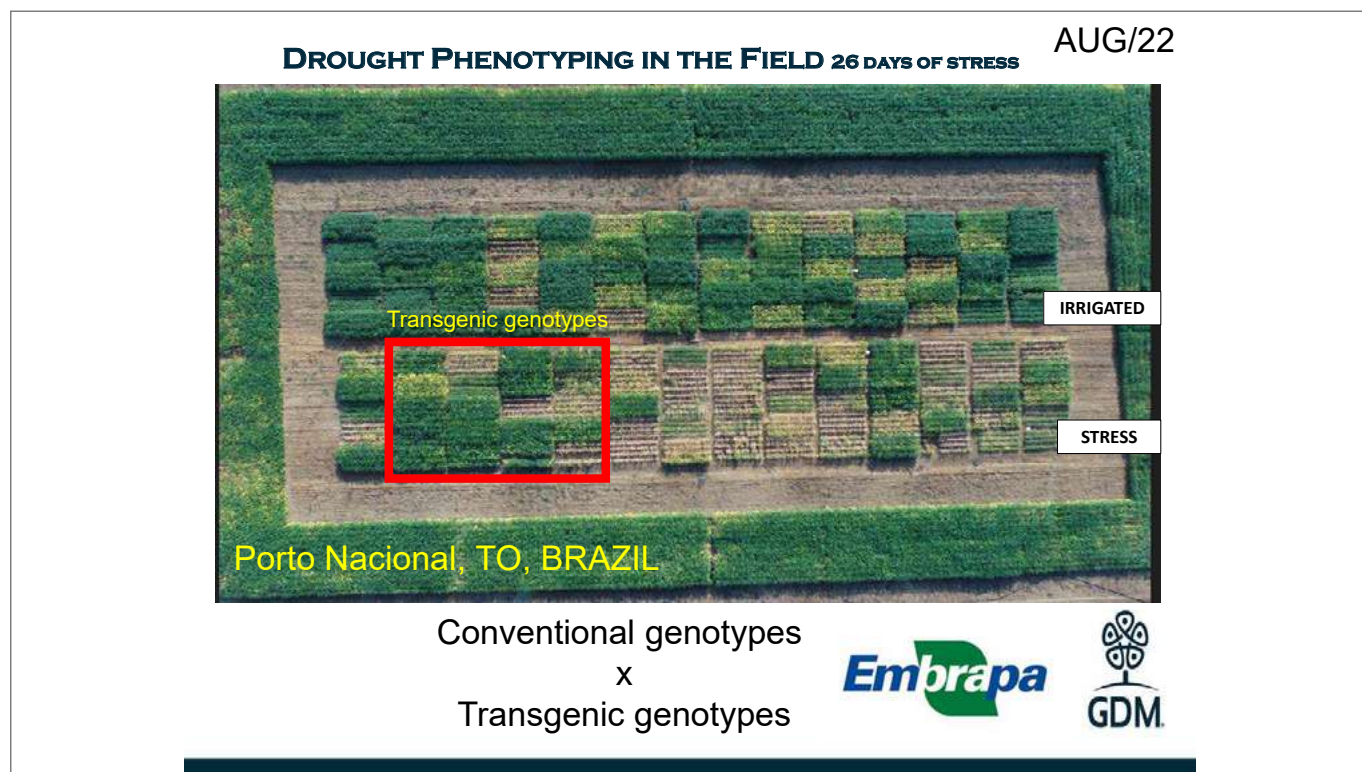
- Drought resistance is a complex characteristic to express in plants.
- There are many genes and mechanisms involved.

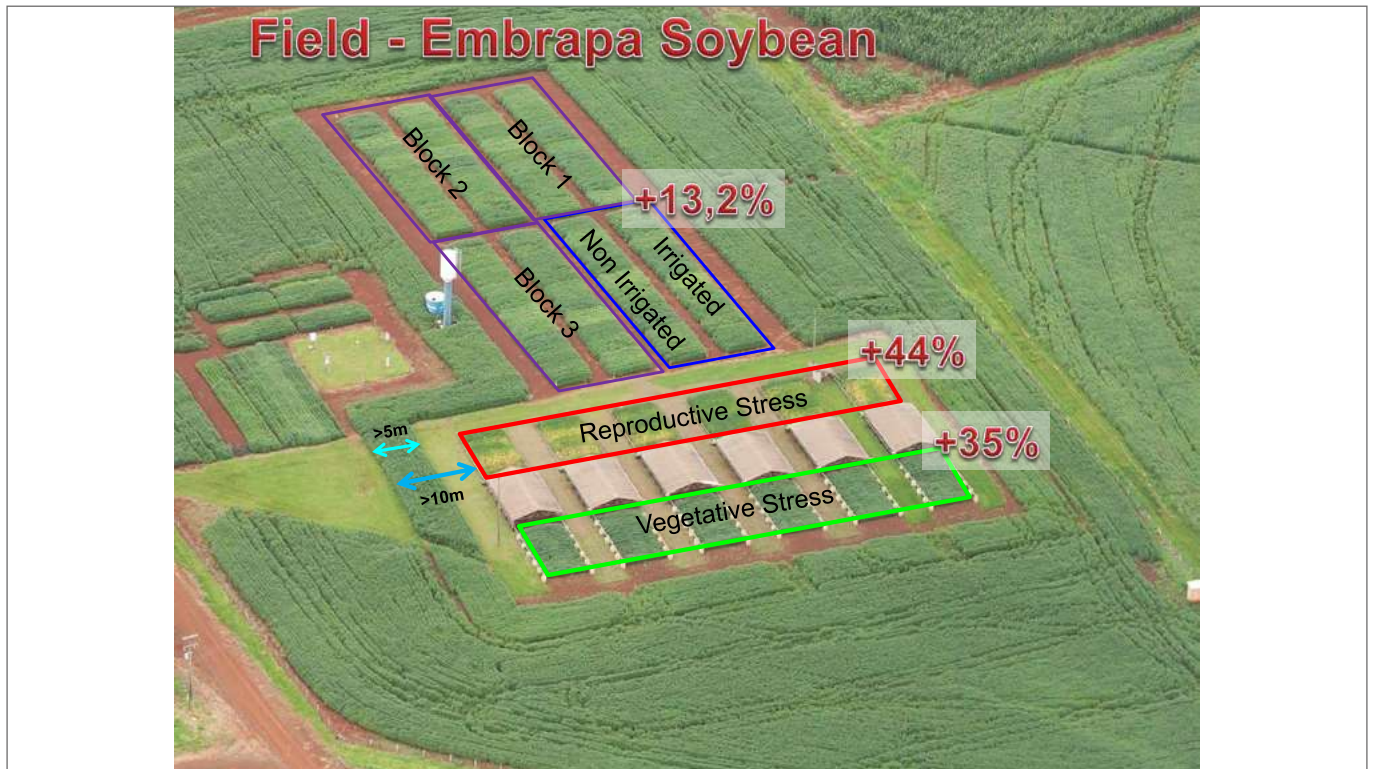
Plant-Soil-Atmosphere Interactions



Strategies for the drought mitigation in soybean using Transgenesis and Genome Edition







Plant Mol Biol Rep
DOI 10.1007/s11054-012-9541-4

ORIGINAL PAPER

Overexpression of the ABA-Dependent *AREB1* Transcription Factor from *Arabidopsis thaliana* Improves Soybean Tolerance to Water Deficit

Elton Gargioni Grilloste Barbosa¹ · Juliana Paula Leite¹ · Silvana Regina Rockenbach Marin¹ · Juliana Prela Marinho¹ · Joiceley de Fátima Corrêa Carvalho¹ · Renata Fuganti-Pagliarini¹ · José Renato Bouças Farias¹ · Norman Neumaier² · Francimar Corrêa Marcelino-Guimarães¹ · Maria Cristina Neves de Oliveira¹ · Kazuko Yamaguchi-Shinozaki³ · Kazuo Nakashima³ · Kyunobin Maruyama³ · Norihito Kanamori³ · Yasunori Fujita³ · Takuya Yoshida³ · Alexandre Lima Nepomuceno³

Genetics and Molecular Biology, 36, 4, 556–565 (2013)
Copyright © 2013, Sociedade Brasileira de Genética. Printed in Brazil
www.sbg.org.br

Research Article

Introduction of the *rd29A:AiDREB2A* CA gene into soybean (*Glycine max* L. Merrill) and its molecular characterization in leaves and roots during dehydration

Cibelle Engels¹, Renata Fuganti-Pagliarini², Silvana Regina Rockenbach Marin², Francimar Corrêa Marcelino-Guimarães², Maria Cristina Neves Oliveira², Norihito Kanamori³, Junya Mizoi³, Kazuo Nakashima³, Kazuko Yamaguchi-Shinozaki^{3,4} and Alexandre Lima Nepomuceno³

GMR Genetics and Molecular Research
Volume 36(4) 556–565
DOI 10.1007/s11054-012-9541-4

Molecular, anatomical and physiological properties of a genetically modified soybean line transformed with *rd29A:AiDREB1A* for the improvement of drought tolerance

A.M. Polizep¹, M.E. Medri¹, K. Nakashima³, N. Yamamoto³, J.R.B. Farias¹, M.C.N. de Oliveira¹, S.R.R. Marin¹, R.V. Abdelnoor¹, F.C. Marcelino-Guimarães¹, R. Fuganti¹, F.A. Rodrigues¹, R. Stoff-Moreira¹, M.A. Beneventi¹, A.A.P. Rolla¹, N. Neumaier², K. Yamaguchi-Shinozaki³, J.F.C. Carvalho² and A.L. Nepomuceno³

Publications

Transgenic Res
DOI 10.1007/s11248-013-9723-6

ORIGINAL PAPER

Phenotyping soybean plants transformed with *rd29A:AiDREB1A* for drought tolerance in the greenhouse and field

Amanda Alves de Paiva Rolla¹ · Joiceley de Fátima Corrêa Carvalho¹ · Renata Fuganti-Pagliarini¹ · Cibelle Engels¹ · Alexandre de Rio¹ · Silvana Regina Rockenbach Marin¹ · Maria Cristina Neves de Oliveira¹ · Magda A. Beneventi¹ · Francimar Corrêa Marcelino-Guimarães¹ · José Renato Bouças Farias¹ · Norman Neumaier² · Kazuo Nakashima³ · Kazuko Yamaguchi-Shinozaki³ · Alexandre Lima Nepomuceno³

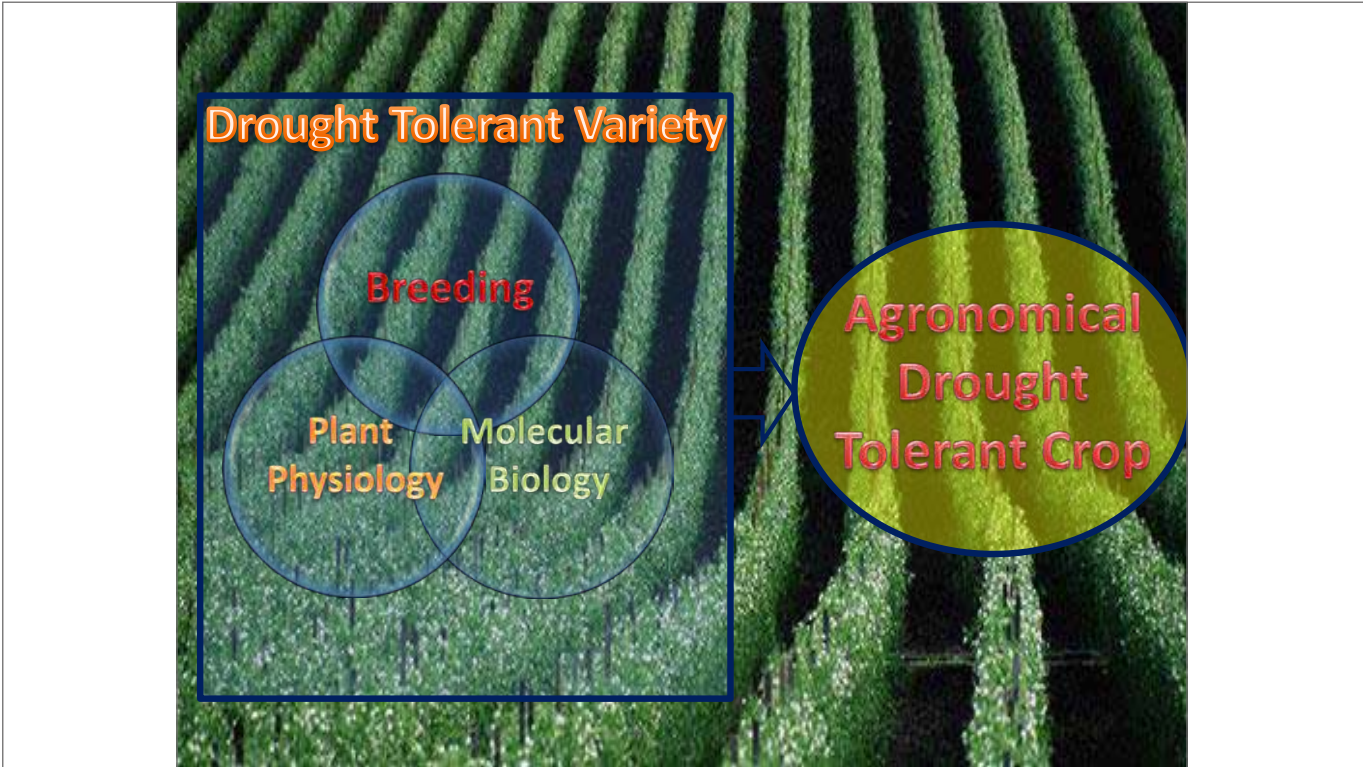
Received: 13 March 2013 / Accepted: 8 June 2013
© Springer Science+Business Media Dordrecht 2013

Plant Mol Biol Rep (2014) 34:410–425
DOI 10.1007/s11054-013-9522-9

ORIGINAL PAPER

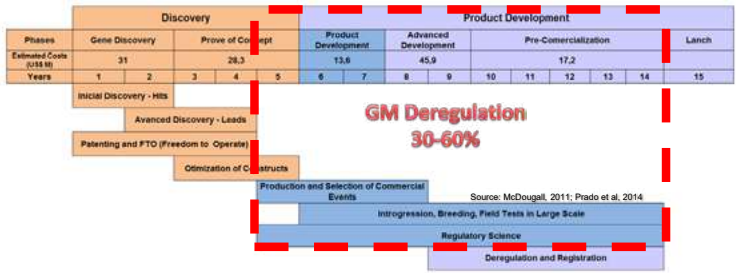
Characterization of Molecular and Physiological Responses Under Water Deficit of Genetically Modified Soybean Plants Overexpressing the *AREB1* Transcription Factor

Juliane Prela Marinho^{1,2} · Norihito Kanamori³ · Leonardo Cesar Ferreira² · Renata Fuganti-Pagliarini² · Joiceley de Fátima Corrêa Carvalho² · Rafaela Alves Freitas^{2,4} · Silvana Regina Rockenbach Marin^{1,2} · Fabiana Aparecida Rodrigues² · Liliane Márcia Merto-Henning¹ · José Renato Bouças Farias² · Norman Neumaier² · Maria Cristina Neves de Oliveira² · Francimar Corrêa Marcelino-Guimarães² · Takuya Yoshida³ · Yasunori Fujita³ · Kazuko Yamaguchi-Shinozaki³ · Kazuo Nakashima³ · Alexandre Lima Nepomuceno³



OGM: Each country created its own rule

Phases and Costs to Development of a GM Crop



Today, basically, only four companies can place GM Crop Varieties in the Market

Bayer (+Monsanto)

BASF

Corteva (Dow+DuPont+Pioneer)

Syngenta (+ChemChina)

Estimated Costs: ~US\$136 million

Estimated Costs of Deregulation Phase: ~US\$75 million

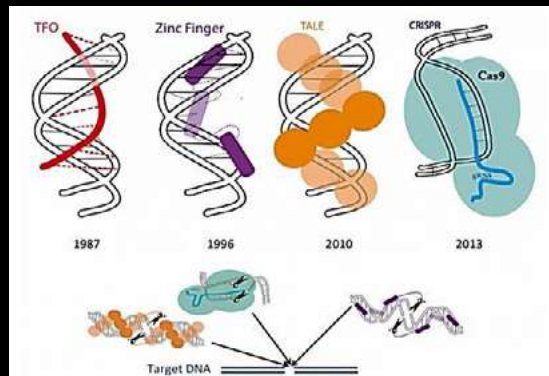
It can take ~12-20 years from discovering a gene(s) and placing a GM Commercial Variety in the Market.

Also, limited the use of Biotech in Agriculture to major crops (Soybean, Cotton, Corn, Eucalyptus, Sugarcane, etc...)

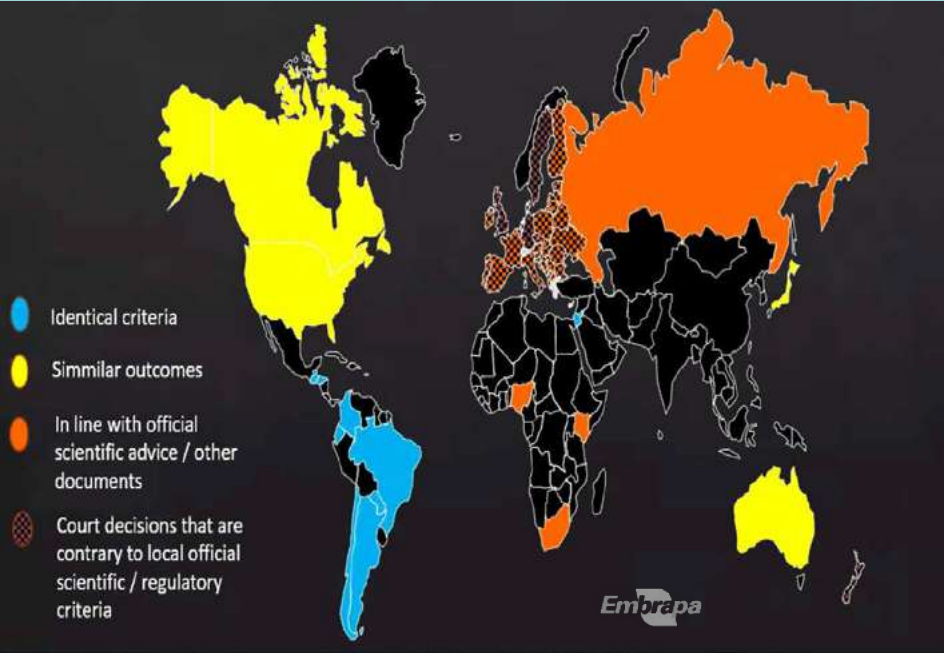


... but evolution on genetics
keeps moving fast...

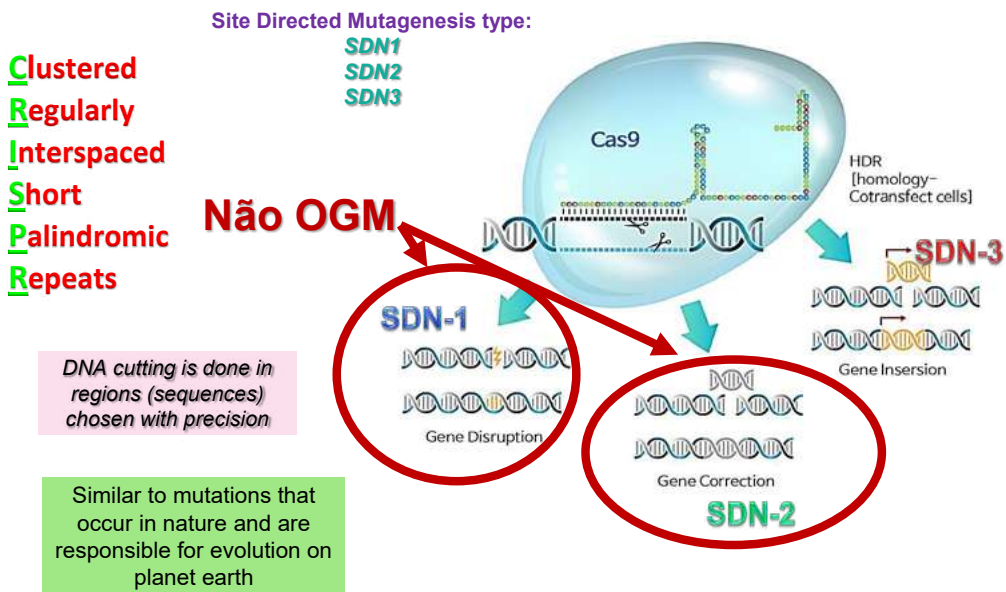
... **CRISPRs**
Technology
brought a
revolution in
Genome Editing
and is
democratizing the
use of
biotechnology in
agriculture



A more assertive global legislation is DEMOCRATIZING the use of biotechnology allowing more cultures, small and medium companies to also participate in the Market.



Genome Edition with CRISPR



Submission (Oct/22) at CTNBio to evaluate if a SDN1 mutation made in a Embrapa Soybean variety be considered a conventional genotype

EMBRAPA SOYBEAN - Genome Edited Soybean for Drought Tolerance

KNOCKOUT OF THE Gene A

13 Plants with edited cells/3 High percentage



Analyzes using TIDE and ICE software

gRNA2 Glyma.XXXXXX

- Regeneration T0 lines
- T1 - Transgene-free with editing heritable
- T2 - Homozygous seeds
- Molecular and phenotypic characterization in greenhouse



PROJETO CRISPRevolution

CRISPRevolution

Leading project on Genome Edition at EMBRAPA

Plantas de importância econômica com genoma editado pela tecnologia CRISPR visando melhoria da qualidade nutricional e industrial e tolerância a estresse hídrico

Four Crops and Two Strategies

Knock-out (SDN1)

Soybean: Anti-nutritional Factors/Drought

Sugarcane: Cell wall structure (2G Ethanol)

Corn: Cell wall structure (2G Ethanol)

Common Bean: Tegument Color

HDR (SDN2)

Soybean: Drought

Sugarcane: Drought

Corn: Drought

Common Bean: Drought

Geneticamente editada para aumento da digestibilidade da biomassa

Geneticamente editada para aumento da digestibilidade da biomassa

Geneticamente editada para aumento da digestibilidade da biomassa

Geneticamente editada para aumento da digestibilidade da biomassa

Projeto em parceria com as Unidades Descentralizadas: Embrapa Agroenergia, Embrapa Arroz e Feijão, Embrapa Milho e Sorgo, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Embrapa Soja e Unidade Mista de Pesquisa GenCima



Embrapa Soybean first genome edited evaluated by CTNBio

Lectin (soybean antinutritional factor) - knockout by SDN1 strategy

Considered NON GM in 01 September, 2022



Lectina Turn Off

DNA Genômico Editado

Deferido

01/09/2022

FOLHA DE S. PAULO

Agricultura

A agricultura brasileira entra na fase da edição gênica, de menor custo

Novo sistema já coloca no mercado pelo menos três dezenas de empresas pequenas, médias e startups focadas na tecnologia

Thank you!

Alexandre.Nepomuceno@Embrapa.BR

General Head Embrapa Soybean
 Cel/WhatsApp +55 (43) 99667 4425
 BRAZIL



ADAPTACIÓN DE LA AGRICULTURA Y LOS SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA AL CAMBIO CLIMÁTICO: EXAMEN DE LAS OPCIONES GENÉTICAS

Sr. George Prah

Director adjunto de la Dirección General de Servicios Agrícolas, Ministerio de Alimentación y Agricultura (Ghana)

ANTECEDENTES

El cambio climático representa una grave amenaza para el futuro del medio ambiente, ya que atañe a la agricultura, la biodiversidad, la sociedad humana y a casi toda faceta de nuestro planeta. La causa principal del cambio climático es la adición antropogénica de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Debido a estas emisiones humanas, la temperatura promedio del planeta se ha elevado en casi 1 °C desde 1850 (IPCC 2018; Nunez *et al.* 2019).

Según un informe especial sobre el calentamiento global del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), incluso si el calentamiento se detuviera en 1,5 °C, lo cual exigiría una acción mundial drástica e inmediata, los efectos a largo plazo de las emisiones pasadas perdurarían durante siglos o milenios (IPCC 2018). La magnitud de los efectos depende de la cantidad de emisiones; en general, se esperan olas de calor más frecuentes, sequías, inundaciones y aumento persistente del nivel del mar, así como aumentos de temperatura a nivel mundial (IPCC 2018). De hecho, ya se están observando muchos de estos efectos (IPCC 2018; Nunez *et al.* 2019).

Tanto en los ecosistemas naturales como en los entornos agrícolas, las plantas y los animales se ven obligados a lidiar con condiciones nuevas que cambian más rápidamente que su ritmo de adaptación. El aumento de las temperaturas y los cambios en los regímenes de las precipitaciones alterarán drásticamente el paisaje biológico, lo que provocará la migración, invasión y extinción de especies (Urban 2015; Nunez *et al.*, 2019). Otros estudios también han estimado que una de cada seis especies puede extinguirse debido al cambio climático (Urban 2015). En simultáneo, el suministro mundial de alimentos disminuye a medida que las sequías y las inundaciones afectan a la producción agrícola. En diversos escenarios de calentamiento, se espera que la producción agrícola disminuya en todo el mundo. Se prevé que la productividad de los principales cultivos básicos se vea afectada, especialmente los de las latitudes más bajas, donde los efectos del cambio climático sobre el rendimiento serán más graves.

Ghana es una economía agraria y depende en gran medida de la agricultura, que emplea aproximadamente el 42 % de la mano de obra y contribuye aproximadamente el 19,7 % del producto bruto interno (PBI) (Ghana Statistical Service 2020). El sector se caracteriza por sistemas agrícolas y ganaderos de secano a pequeña escala con un tamaño medio de explotación inferior a 1,2 ha, que representan alrededor del 80 % de la producción agrícola total. Los principales cultivos son el maíz, el ñame, la mandioca, el arroz, el cacao, la palma aceitera, el caucho, el tabaco, el karité, la caña de azúcar y diversas variedades de frutas y hortalizas según las diferentes zonas agroecológicas.

El clima de Ghana es tropical, con dos regímenes de precipitaciones principales: el norte experimenta una estación húmeda unimodal de mayo a noviembre; mientras que el sur experimenta estaciones húmedas bimodales, una estación lluviosa más larga de marzo a julio y lluvias cortas de septiembre a noviembre. Sin embargo, el cambio climático y la variabilidad climática están amenazando los sistemas de producción alimentaria, ya que la mayor parte de la agricultura en Ghana es de secano. El análisis de los datos climáticos a largo plazo muestra un aumento general de las temperaturas en el país con un ascenso anual constante de 0,06 °C por año y un aumento total en aproximadamente 1 °C durante los últimos 40 años (Hansel *et al.* 2012).

Entre 1991 y 2008, seis inundaciones importantes afectaron a más de 2 000 000 de personas en Ghana. Las proyecciones del clima en el futuro muestran que la temperatura anual media en Ghana aumentará entre 1,0 °C y 3,0 °C y entre 1,5 °C y 5,2 °C para 2060 y 2090, respectivamente. Es posible que esos cambios sean más pronunciados y graves en el norte del país. Se ha estimado que el cambio y la variabilidad climáticos producirán una disminución del consumo en los hogares y en el PBI del 5 % al 10 % y del 1,9 % al 7,2 %, respectivamente, en Ghana para el 2050 (Banco Mundial, 2010). Arndt *et al.* (2015) también respaldan la declaración del Banco Mundial en la que se detallan las implicaciones del cambio climático para la economía de Ghana.

Una vez más, la producción agrícola en Ghana es principalmente de tipo seco y cuenta con agricultores a pequeña escala que representan un gran porcentaje de la producción agrícola total en Ghana, lo cual lo hace un territorio de gran vulnerabilidad a los efectos del cambio climático (Kyei-Mensah *et al.* 2019). Esto se agrava por la dependencia de la producción de cultivos que son susceptibles al cambio climático. El país ya está experimentando un aumento de las condiciones climáticas extremas, con mayor incidencia y períodos más prolongados de inundaciones y sequías. Las temperaturas máximas aumentarán aun más y los regímenes pluviométricos serán menos previsibles. Se espera que las precipitaciones más intensas aumenten la erosión, en tanto que una menor cantidad total de precipitaciones puede disminuir el caudal de agua. Los regímenes de precipitaciones erráticos tienen graves consecuencias en la producción, ya que solo se ha aprovechado el 2 % del potencial de riego del país.

Se prevé que el aumento de las temperaturas reduzca los rendimientos en cultivos básicos principales (mandioca, ñame, plátano macho, maíz y arroz). Se prevé, por ejemplo, que el rendimiento de la mandioca disminuya un 29,6 % para 2080 y el del maíz un 7 % para 2050. Además, se espera que aproximadamente una vez cada cinco años se produzca el fracaso total de la cosecha en las regiones del norte de Ghana, por la demora o la disminución de las lluvias. El cacao, un importante cultivo comercial y la segunda fuente principal generadora de intercambio de divisas de Ghana, es susceptible al aumento de las temperaturas y la sequía. Las áreas aptas para la producción de cacao, que se encuentran principalmente a lo largo de la costa, se están contrayendo a medida que aumentan las temperaturas y las inundaciones, y continúa la salinización del suelo y la erosión costera. El aumento proyectado en el calentamiento y las sequías provocará una disminución de la disponibilidad de agua, la disminución de la fertilidad del suelo debido al aumento de la descomposición del carbono orgánico del suelo y una mayor incidencia de plagas, enfermedades y malezas, que producirán un descenso en los rendimientos de los cultivos (Abubakari y Abubakari 2015; Kyei-Mensah *et al.* 2019). El análisis de las condiciones de precipitaciones recientes en África Oriental, incluida Ghana, indica un cambio a largo plazo en los patrones pluviométricos dentro de las zonas semiáridas y subhúmedas, con disminución de días lluviosos (Ndamani y Watanabe 2015).

ESCENARIOS PROYECTADOS PARA ALGUNOS PRODUCTOS BÁSICOS IMPORTANTES (CULTIVOS) EN GHANA

Ghana ya está siendo afectada por el aumento de temperatura y los fenómenos climáticos extremos, tales como inundaciones, sequías y olas de calor (Yiran *et al.* 2017), junto con la disminución de precipitaciones de sur a norte (Owusu 2018), con efectos devastadores en la productividad agrícola. Los caprichos del clima previstos para el futuro seguirán afectando de manera adversa el desarrollo del sector agrícola en Ghana, en particular, por la marcada variabilidad estacional que se manifiesta en la aparición y el cese erráticos de las precipitaciones, el acortamiento de la duración del período de cultivo, el descenso de la cantidad total de precipitaciones estacionales y el aumento de la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos, tales como olas de calor, sequías e inundaciones que tienen efectos perjudiciales en las cadenas de valor agrícolas y en los sistemas alimentarios.

En la actualidad, algunos de los cultivos principales están experimentando importantes brechas de rendimiento. Por ejemplo, la mandioca, el maíz, el sorgo, el arroz y el ñame tienen actualmente brechas de rendimiento del 57,5 %, 38 %, 40 %, 33,33 % y del 40 %, respectivamente. A pesar de su actual estado de producción, se espera que estos cultivos presenten una caída mayor de la productividad, debido al cambio climático (Knox *et al.* 2012; Issahaku y Maharjan 2014).

Maíz

El maíz representa el 50 % del total de la producción del cereal en Ghana. Más del 70 % de la producción de maíz de Ghana está a cargo de pequeños agricultores que no tienen acceso a los recursos de producción necesarios para aumentar la productividad, lo que les hace proclives a la producción de bajos rendimientos. Si bien se ha informado que los rendimientos de maíz anuales muestran un crecimiento marginal de alrededor del 1,1 % se prevé que disminuyan en todas las zonas agroecológicas de Ghana.

Arroz

Aunque se produce arroz en todas las zonas agroecológicas de Ghana, la producción no satisface la demanda de los ghaneses (Olaf y Emmanuel 2009; Aker *et al.* 2011). Se prevé una caída drástica del arroz en todas las zonas agroecológicas de Ghana, excepto en la zona agroecológica de hoja caduca, que probablemente experimente una caída menos drástica.

Sorgo, cacahuete y mijo

El sorgo, el cacahuete y el mijo se cultivan sobre todo en las zonas agroecológicas relativamente más secas de la sabana sudanesa y la sabana guineana de Ghana, debido a su naturaleza robusta. Las proyecciones sobre el cacahuete y el sorgo indican que es probable que se reduzcan los rendimientos en todas las trayectorias de concentración representativas (RCP), especialmente en las zonas agroecológicas de la sabana de Guinea y Sudán. Es probable que el rendimiento futuro del mijo siga siendo el mismo que el actual en todas las RCP, como demuestran las proyecciones para las zonas agroecológicas de la misma área.

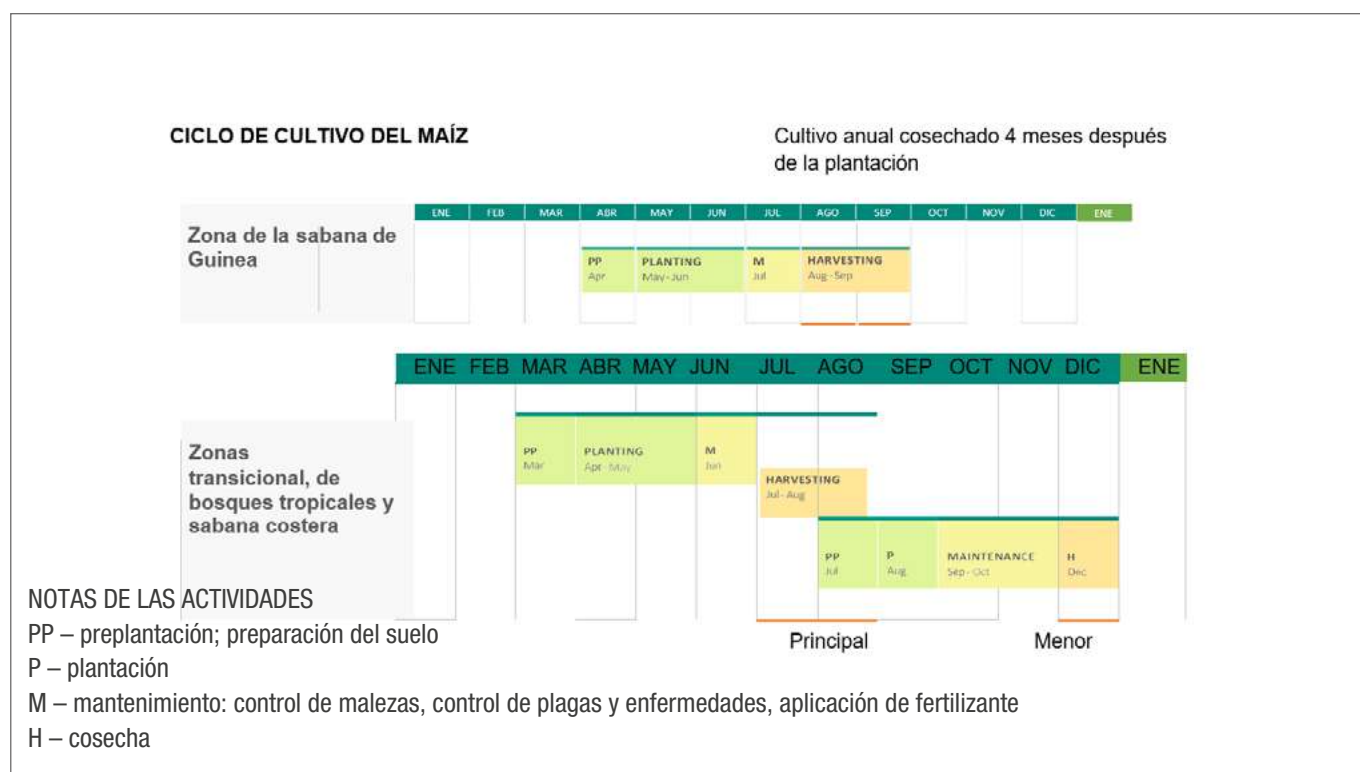


Figura 1. Un ciclo de cultivo de maíz típico en Ghana.

El ciclo de cultivo normal y típico se ha vuelto un reto, dado que los regímenes pluviométricos han cambiado con los años (Figura 1). En algunas zonas y regiones se está haciendo imposible cultivar dos veces al año debido a la irregularidad de los regímenes pluviométricos o a las altas temperaturas desfavorables.

En respuesta a estos retos, se necesita la implementación de una o más de una variedad de estrategias complementarias. Estas pueden incluir tecnologías de desarrollo (genotipos y sistemas de producción) para hacer que la agricultura sea resiliente al cambio climático.

INNOVACIONES EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN: ADAPTACIÓN DE LA AGRICULTURA AL CAMBIO CLIMÁTICO

En Ghana, existe una probabilidad de cambio en las áreas de producción aptas para algunos cultivos debido al cambio climático. Por ejemplo, las proyecciones indican que las áreas aptas para la producción de cacao se desplazarán, lo que afectará principalmente el área del sur de Brong Ahafo, a las regiones occidentales y a pequeños sectores de las partes del norte de las regiones de Ashanti y Volta, ya que dejarán de ser aptas para la producción de cacao en Ghana para el 2030 (Bunn *et al.* 2018).

Para la adaptación de la agricultura al cambio climático se necesitará la implementación de una o más de una variedad de estrategias complementarias. Entre ellas se incluye desarrollar tecnología (genotipos y sistemas de producción) para que la agricultura resista el cambio climático dentro de la huella actual. Esto puede requerir el traslado de la producción a lugares nuevos para seguir el cambio ambiental o adoptar una agricultura protegida. Estas opciones tienen papeles importantes para cumplir en cuanto a la seguridad alimentaria en respuesta al cambio climático (Figura 2).

Según la opinión actual en biología vegetal (Figura 2), la protección de cultivos se presenta en muchas formas con diferentes grados de control. Los cultivos de campo pueden protegerse con una estructura sencilla. A pesar de ello, es probable que los cultivos de campo permanezcan en campo abierto, mientras que los cultivos hortícolas, especialmente las hortalizas, estén protegidos. Actualmente, la producción de interior se centra sobre todo en la producción de hortalizas de hoja. Conviene señalar que la expansión a una variedad más amplia de plantas se traducirá en una mayor utilización de esta tecnología, lo que cambiará drásticamente los requisitos genéticos.

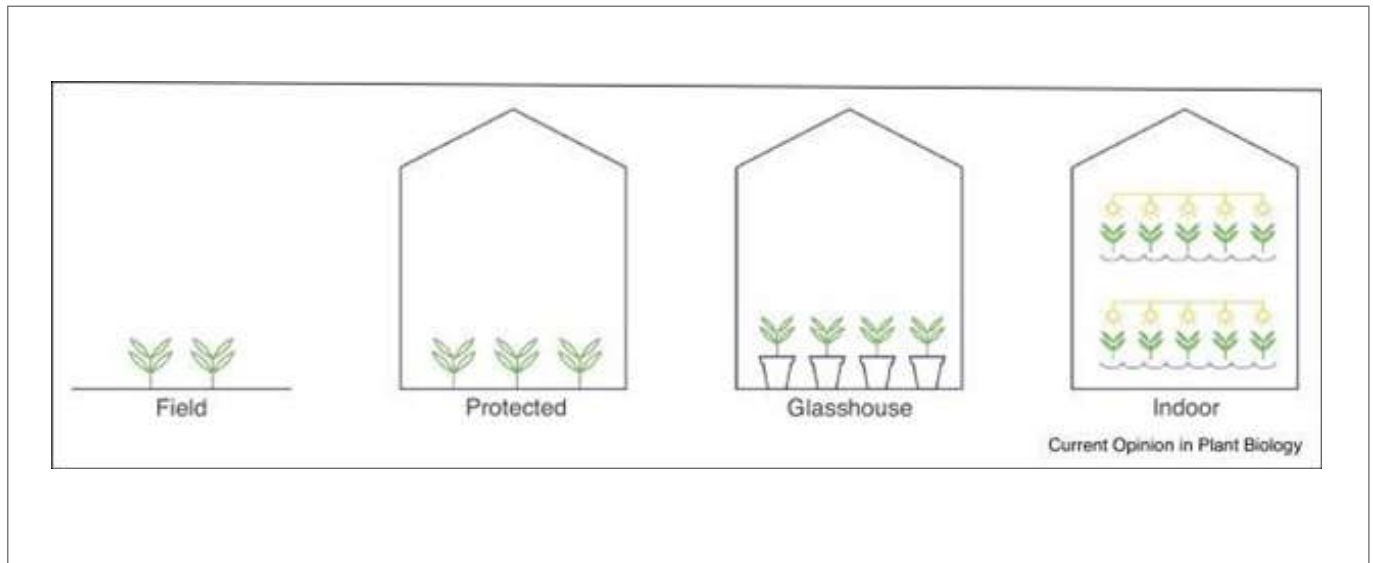


Figura 2. *Objetivos genéticos móviles para obtentores en respuesta al cambio climático que impulsa la adopción de cultivos protegidos.*

Como predicción, el traslado o la reubicación de la producción agrícola en nuevas áreas para mantenerse dentro de los intervalos medioambientales del sistema de producción actual es una opción y una posibilidad. La producción de cultivos en nuevas áreas puede exigir que la genética se adapte a aspectos específicos del nuevo entorno. Por ejemplo, los cultivos pueden trasladarse fácilmente hacia áreas con climas que se han vuelto adecuados debido al cambio climático, pero los suelos encontrados pueden ser muy diferentes y esto puede exigir una adaptación genética.

La amenaza de un clima cambiante y más variable puede evitarse trasladando la producción agrícola a entornos protegidos. Ello implica pasar a la producción en invernadero o a un entorno de producción intensificado y completamente controlado en la agricultura vertical (Eaves y Eaves 2018). Esa puede considerarse una opción cada vez más valiosa a medida que aumenta la demanda de alimentos y avanza el cambio climático.

Una vez más, según la ciencia y la investigación, el aumento de la protección de los cultivos para reducir el impacto del cambio climático alterará los objetivos genéticos de aquellos diseñados para hacer frente al medio ambiente y su variación hacia un rendimiento óptimo en un entorno seleccionado y controlado.

RESILIENCIA EN GENÉTICA Y AGRONOMÍA

El mejoramiento fitogenético para la agricultura se ha apoyado en nuevas tecnologías que han surgido a un ritmo cada vez mayor. Ha progresado a través de importantes avances como la aplicación de marcadores moleculares en la selección, el uso de la transformación genética y la selección genómica hasta el reciente desarrollo de la edición génica. La última extensión del uso de marcadores moleculares ha sido el uso de la selección genómica. La disponibilidad de tecnología para obtener fácilmente secuencias genómicas completas puede hacer que las tecnologías basadas en la vinculación genética sean redundantes o mucho menos poderosas en relación con las opciones actuales.

El desarrollo de nuevos genotipos de plantas es una de las opciones clave para la adaptación de la agricultura al cambio climático. Las plantas pueden ser necesarias para proporcionar resiliencia en climas cambiantes o apoyar la migración de la agricultura a nuevas regiones. Es posible que se necesiten genotipos diferentes para rendir en los entornos modificados de la agricultura protegida. Las preferencias de los consumidores (sabor, comodidad, alimentos sanos y seguros, y alimentos producidos de forma sostenible y ética) seguirán aumentando, a pesar de los mayores desafíos climáticos.

De cara al futuro, la edición de genes, también conocida como edición del genoma o ingeniería genómica, ha surgido como método para contribuir a la adaptación de los organismos al cambio climático o ayudar a mitigar los efectos del cambio climático en la agricultura.

La edición génica es un método para generar modificaciones de ADN en locaciones genómicas precisas. Estas modificaciones pueden dar como resultado la exclusión o atenuación de un gen o de múltiples genes sin la inserción permanente de cualquier ADN extraño. Alternativamente, se pueden insertar genes del banco de genes del organismo o de otros organismos en lugares precisos del genoma para introducir un nuevo rasgo. Se han utilizado nucleasas efectoras similares a activadores de la transcripción (TALEN), nucleasas de dedos de zinc (ZFN) y sistemas CRISPR-Cas para lograr ediciones precisas de genes (Gaj *et al.* 2016; Khalil 2020).

La introducción de los sistemas CRISPR-Cas ha mejorado enormemente la precisión y la eficacia de la generación de ediciones, aunque no cabe duda de que otras tecnologías de edición genética sigan teniendo un papel que desempeñar. La aplicación de técnicas de edición genética ha generado un gran potencial para desarrollar cultivos y ganado que puedan gestionar mejor las imposiciones del cambio climático.

El desarrollo de sistemas de producción agrícola con mayor resiliencia al clima es una estrategia importante para el mismo fin. El fitomejoramiento convencional suele basarse en la selección en el entorno de producción objetivo. De este modo, adapta las variedades al entorno de prueba y al cambio climático, ya que este repercute en el entorno de prueba. Se ha demostrado que la selección para rendimiento en condiciones de cultivo óptimas, así como la nutrición, mejoran el rendimiento en situaciones menos favorables (Voss-Fels *et al.* 2019). Sin embargo, un cambio climático más rápido puede exigir un enfoque más proactivo de la adaptación al clima, especialmente en el caso de especies con genotipos de larga vida productiva o plantas de larga vida (como los árboles). La genómica proporciona una plataforma clave para comprender la respuesta de las plantas al medio ambiente y la obtención de variedades de cultivos mejor adaptadas que puedan anticiparse a futuros cambios climáticos (Abberton *et al.* 2015).

TECNOLOGÍA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO

La edición génica se aplica actualmente de forma generalizada y puede utilizarse para generar directamente nuevas variedades de cultivos. Sin embargo, también puede ser una herramienta muy útil para probar el fenotipo conferido por alelos descubiertos en germoplasma, poblaciones silvestres de germoplasma adaptado al medio ambiente o para determinar el papel funcional de alelos sintéticos (Tang y Tang 2017). La aplicación de la edición génica para la obtención de cultivos adaptados a climas tropicales está progresando (Haque *et al.* 2018).

La combinación de los avances en el análisis genómico y la edición génica debería permitir una nueva fase del mejoramiento vegetal basada en el diseño y la construcción de genotipos destinados a objetivos específicos, como

ble 1. Genetic technologies that have been applied in plant improvement in Ghana.

| Technology | Contribution to crop improvement |
|------------------------------|--|
| Phenotypic selection | Eco-geographical adaptation |
| Cross breeding/hybridization | High yield increases, agronomic improvement and adaptation to climatic fluctuations and mitigation |
| Genetic manipulation | Reduction of dependency on agrochemicals (e.g. <u>Bt</u> Cowpea) |
| Molecular markers | Resistance breeding (e.g. fall armyworm, drought, salt tolerance, aflatoxin accumulation resistance, etc.) |
| Genomic selection | Increased rate of genetic gain (e.g. food crop and animal breeding) |
| Gene editing | Novel products (e.g. golden rice, tomato, maize etc.) |

la adaptación de los cultivos a nuevos entornos de campo o entornos protegidos. La Tabla 1 muestra algunas tecnologías genéticas que se han aplicado con éxito con respecto al mejoramiento y la obtención vegetal en Ghana.

CAPTACIÓN DE UNA MAYOR BIODIVERSIDAD Y MAYORES CONOCIMIENTOS DE SISTEMAS NATURALES

La biodiversidad de plantas sigue siendo una fuente de variación relativamente poco explotada que está disponible para apoyar la obtención de cultivos adaptados a nuevos climas. Puede que sea necesario utilizar germoplasma más diverso procedente del banco de genes domesticados. La genómica proporciona acceso a la diversidad de los parientes silvestres de los cultivos al facilitar la secuenciación del genoma (Brozynska *et al.* 2015) y la identificación de alelos novedosos. Los parientes silvestres de los cultivos contienen una reserva de diversidad genética que favorece la adaptación de los cultivos al cambio climático. Probablemente también sea un buen lugar para buscar nuevas variaciones que puedan adaptarse a los entornos optimizados completamente nuevos que son posibles en el cultivo de interior.

Los estudios de poblaciones de plantas silvestres que crecen en entornos diversos pueden revelar cómo se adaptan las plantas a las diferencias climáticas bajo selección natural (Cronin *et al.* 2007). Estos conocimientos pueden orientar los esfuerzos para obtener variedades de cultivos resilientes al clima (Henry y Nevo, 2014).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Resumen de las ideas propuestas para hacer que el sistema de producción agrícola sea inteligente y resiliente al clima:

1 Centrarse en el diseño o en obtención realizada a medida ayudará a afrontar algunos retos asociados al cambio climático.

1.1 La selección de rasgos deseables o la edición génica serán necesarias para obtener genotipos con los rasgos deseados que proporcionen el rendimiento necesario y produzcan alimentos con los rasgos nutricionales y funcionales necesarios para los nuevos entornos.

2 La producción futura de alimentos dependerá del desarrollo continuado de nuevas variedades de cultivos, incluidos nuevos cultivos y nuevos tipos de alimentos de origen vegetal.

2.1 La investigación deberá prestar atención a las especies de cultivos actualmente infrautilizadas para poder contribuir a la adaptación al clima. Esto puede exigir la domesticación de nuevas especies y el uso extensivo de parientes silvestres de los cultivos, con lo cual se capturará mucho más de lo que constituye la biodiversidad vegetal disponible.

2.2 Entre las estrategias para captar la variación novedosa puede figurar el uso de técnicas, tales como la edición génica para introducir directamente alelos o rasgos novedosos encontrados en plantas silvestres en variedades de cultivos domesticados. Esto permitiría una evaluación rápida y definitiva de la contribución genética del alelo introducido en comparación con los métodos anteriores de retrocruzamiento extensivo, mucho menos eficaces y eficientes.

- Utilización de especies de cultivo infrautilizadas.
- Domesticación de nuevas especies y mejoramiento de las existentes.
- Uso extensivo de parientes silvestres de cultivos que capturan una mayor parte de la biodiversidad disponible de plantas climáticamente inteligente disponible en genotipos de élite.
- Refuerzo de los bancos de genes a fin de preservar genotipos importantes para su utilización futura.
- Acceso a la base de datos PLUTO de la UPOV para respaldar el fitomejoramiento.

3 También hay que considerar las opciones de fitomejoramiento para los sistemas protegidos para la producción continuada en el campo.

4 Los cambios en la normativa y la aceptación de las tecnologías genéticas por parte de los consumidores serán cruciales para determinar en qué medida la genética puede contribuir a la adaptación de la agricultura al cambio climático.

5 Los avances en las herramientas de análisis del rendimiento de las plantas también contribuyen a desarrollar prácticas agronómicas óptimas.

5.1 Este esfuerzo debe orientarse a los cultivos que probablemente se cultiven en entornos diferentes y diversos. El potencial de los cultivos existentes para adaptarse a nuevas áreas o ecologías es una consideración clave.

REFERENCIAS

- Abberton, M., Batley, J., Bentley, A., Bryant, J., Cai, H., Cockram, J., Costa de Oliveira, A., Cseke, L.J., Dempewolf, H., De Pace, C. et al. (2015) Global agricultural intensification during climate change: a role for genomics. *Plant Biotechnology J.* 14: 1095–1098.
- Abubakari, F. and Abubakari, F. (2015) Effects of climate changing on food crop production system in Ghana. *Academic Research Journal of Agricultural Science and Research* 3 (4): 76–79.
- Aker, J.C., Block, S., Ramachandran, V. and Timmer, P.C. (2011) *West African Experience with the World Rice Crisis, 2007–2008*. CGD Working Paper 242. Washington, DC: Center for Global Development.
- Arndt, C., Asante, F. and Thurlow, J. (2015). Implications of climate change for Ghana's economy. *Sustainability* 7 (6): 7214–7231. doi: 10.3390/su7067214
- Brozynska, M., Furtado, A. and Henry, R.J. (2015) Genomics of crop wild relatives: expanding the gene pool for crop improvement. *Plant Biotechnology J.* 14: 1070–1085.
- Bunn, C., Schreyer, F. and Castro, F. (2018) The economic case for climate action in West African cocoa production report. Cali, Colombia: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). <https://hdl.handle.net/10568/97166>
- Cronin, J.K., Bundock, P.C., Henry, R.J. and Nevo, E. (2007) Adaptive climatic molecular evolution in wild barley at the isa defense locus. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. USA 104: 2773–2778.
- Eaves, J. and Eaves, S. (2018) Comparing the profitability of a greenhouse to a vertical farm in Quebec. *Can. J. Agric. Econ.* 66: 43–54.
- Gaj, T., Sirk, S.J., Shui, S. and Liu, J. (2016) Genome-editing technologies: principles and applications. *Cold Spring Harb. Perspect. Biol.* 8: a023754. doi: 10.1101/cshperspect.a023754
- Ghana Statistical Service (GSS) (2020) Rebased 2013–2019 Annual Gross Domestic Product, GSS, Accra. https://www.statsghana.gov.gh/gssmain/fileUpload/National%20Accounts/Annual_2013_2019_GDP.pdf
- Hansel, J., Sato, M. and Ruedy, R. (2012) Perception of climate change. *PNAS*, September 11, 109 (37): E2415–E2423. doi: 10.1073/pnas.120527610
- Haque, E., Taniguchi, H., Hassan, M.M., Bhowmik, P., Karim, M.R., Smiech, M., Zhao, K.J.,
- Rahman, M., T. (2018) Application of CRISPR/Cas9 genome editing technology for the improvement of crops cultivated in tropical climates: recent progress, prospects, and challenges. *Islam Front Plant Sci.* 9.
- Henry, R.J. and Nevo, E. (2014) Exploring natural selection to guide breeding for agriculture. *Plant Biotechnology* 12 (6): 655–662.
- Henry, R.J. (2020) Innovations in plant genetics adapting agriculture to climate change. *Current Opinion in Plant Biology*. Volume 56, August 2020, Pages 168–173.
- IPCC (2018) Summary for policymakers. In Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H.-O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P.R. et al. (eds) *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5°C Above Pre-industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty*. Geneva: World Meteorological Organization.
- Issahaku, Z.A. and Maharjan, K.L. (2014) Crop substitution behavior among food crop farmers in Ghana: an efficient adaptation to climate change or costly stagnation in traditional agricultural production system? *Agricultural and Food Economics* 2 (1): 16.
- Khalil, A.M. (2020) The genome editing revolution: review. *J. Genet. Eng. Biotechnol.* 18 (68). doi: 10.1186/s43141-020-00078-y
- Knox, J., Hess, T., Daccache, A. and Wheeler, T. (2012) Climate change impacts on crop productivity in Africa and South Asia. *Environmental Research Letters* 7 (3): 034032.
- Kyei-Mensah, C., Kyerematen, R. and Adu-Acheampong, S. (2019) Impact of rainfall variability on crop production within the Worobong ecological area of Fanteakwa District, Ghana. *Advances in Agriculture* 2019.
- Ndamani, F. and Watanabe, T. (2015) Influences of rainfall on crop production and suggestions for adaptation. *Int. J. Agric. Sci* 5 (1): 367–374.

Nunez, S., Arets, E., Alkemade, R., Verwer, C. and Leemans, R. (2019) Assessing the impacts of climate change on biodiversity: is below 2 °C enough? *Clim. Change* 154: 351–365. doi: 10.1007/s10584-019-02420-x

Olaf, K. and Emmanuel, D. (2009) Global food security response: Ghana rice study. Attachment I to the Global Food Security Response West African Rice Value Chain Analysis.

Owusu, K. (2018) Rainfall changes in the savannah zone of northern Ghana 1961–2010. *Weather* 73 (2): 46–50. doi: 10.1002/wea.2999

Tang, W. and Tang, A.Y. (2017) Applications and roles of the CRISPR system in genome editing of plants. *J. For. Res.* 28 (1): 15–28.

Urban, M.C. (2015) Accelerating extinction risk from climate change. *Science* 348: 571– 573. doi: 10.1126/science.aaa4984

Voss-Fels, K.P., Stahl, A., Wittkop, B., Lichthardt, C., Nagler, S., Rose, T., Chen, T.W., Zetzsche, H., Seddig, S., Baig, M.M. et al. (2019) Breeding improves wheat productivity under contrasting agrochemical input levels. *Nat. Plants* 5 (7): 706–714.

World Bank (2010) Households and NPISHs final consumption expenditure per capita (constant 2010 US\$). Ghana.

Yiran, G.A.B., Stringer, L.C., Attua, E.M., Evans, A.J., Challinor, A.J. and Gyasi, E.A. (2017) Mapping vulnerability to multiple hazards in the savannah ecosystem in Ghana. *Regional Environmental Change* 17: 665–676. doi: 10.1007/s10113-016-1054-8

Vortrag auf dem Seminar



REPUBLIC OF GHANA

MINISTRY
OF
FOOD AND AGRICULTURE

GEORGE PRAH
DEPUTY DIRECTOR, DIRECTORATE OF CROP
SERVICES

**Adaptation of agriculture/
farming systems to climate
change: *exploring genetic
options***

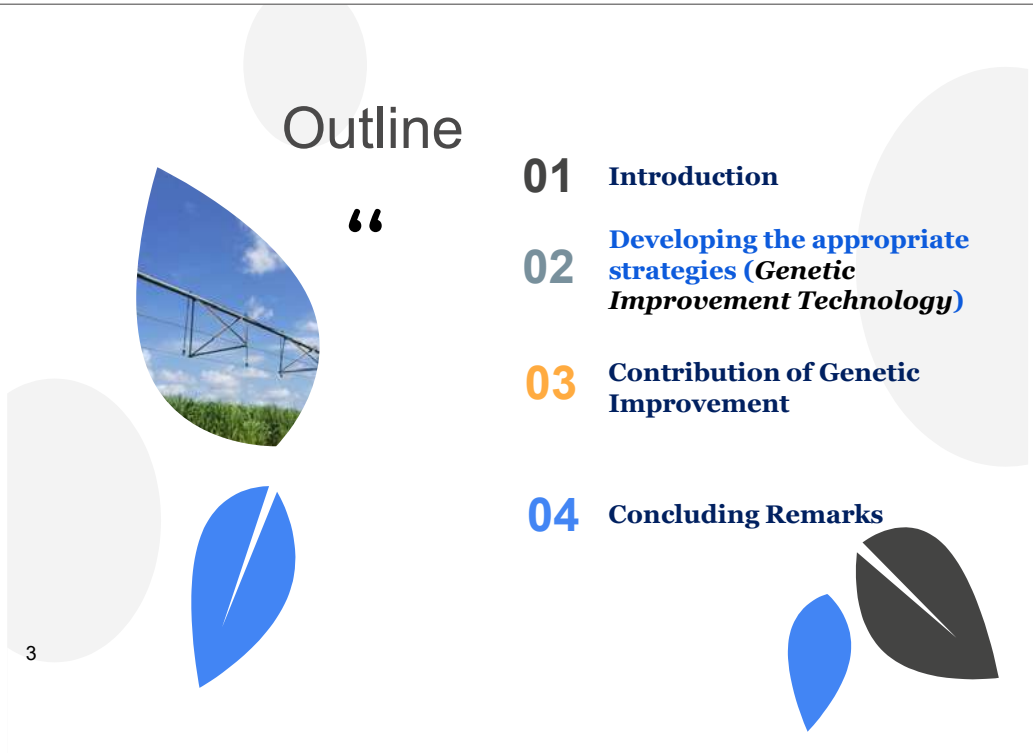
MINISTRY
OF
FOOD AND AGRICULT

Outline

“


- 01 Introduction
- 02 Developing the appropriate strategies (*Genetic Improvement Technology*)
- 03 Contribution of Genetic Improvement
- 04 Concluding Remarks





3




Introduction

Farmers and Commodities (Plant Genera)

 90-95% of farmer population (Small-scale)

| | | | |
|---|---|---|---|
|  Cereals Maize, Rice, Sorghum, Millet |  Legumes Soybean, Groundnut, Cowpea, Common Bean, Bambara nut, etc. |  Vegetables Tomato, Pepper, carrot, Okra, leafy vegetables, etc |  Roots & Tubers Cassava, Sweetpotato, Yam, Cocoyam, Taro, Frafra Potato |
|---|---|---|---|

4

 **MINISTRY OF FOOD AND AGRICULTURE**

WIPO FOR OFFICIAL USE ONLY

Introduction Con't

A typical crop cycle in Ghana

MAIZE CROP CYCLE

Annual Crop
Harvested 4 months after planting

| | JAN | FEB | MAR | APR | MAY | JUN | JUL | AUG | SEP | OCT | NOV | DEC | JAN |
|---------------------|-----|-----|-----|-----------|-----------------------|-----|----------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Guinea Savanna Zone | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | PP Apr | PLANTING May - Jun | | M Jul | HARVESTING Aug - Sep | | | | | |

| | JAN | FEB | MAR | APR | MAY | JUN | JUL | AUG | SEP | OCT | NOV | DEC | JAN |
|--|-----|-----|-----------|-----------------------|-----|----------|-------------------------|-----------|----------|--------------------------|-----|----------|-----|
| Transitional, Rainforest and Coastal Savanna Zones | | | | | | | | | | | | | |
| | | | PP Mar | PLANTING Apr - May | | M Jun | HARVESTING Jul - Aug | | | | | | |
| | | | | | | | | PP Jul | P Aug | MAINTENANCE Sep - Oct | | H Dec | |

Main

Minor

ACTIVITIES

PP - Pre-planting: Land preparation
P - Planting
M - Maintenance: Weed control, Pest & disease control, Fertilizer application
H - Harvesting

NOTES



MINISTRY
OF
FOOD AND AGRICULTURE

WIPO FOR OFFICIAL USE ONLY

Developing the appropriate strategies 1

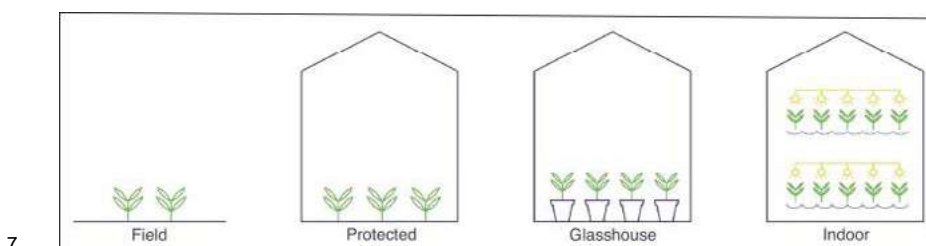
The adaptation of agriculture or making agriculture resilient to climate change requires the implementation of a myriad of complementary strategies:

- ❑ moving agriculture to new locations to follow environmental change
- ❑ adopting protected agriculture by partially or completely controlling the environment.
- ❑ Utilizing environments hitherto classified as not useful for agriculture to mitigate climate change effects
- 6 ❑ Developing new agronomic packages for crops to mitigate climate change effects

Developing the appropriate strategies 2



Manipulating production/agronomic systems



Source: Current Opinion in Plant Biology, 2020

Developing the appropriate strategies 3

- Utilization of underutilized crop species to be able to contribute to climate adaptation and mitigation
- Domestication of new species and the improvement of existing ones to adapt to climate change effects
- Extensive use of wild relatives of crops capturing much more of the available climate smart plant biodiversity into elite genotypes.
- Strengthening gene banks to preserve important genotypes for future utilization
- Accessing UPOV PLUTO database to support breeding



MINISTRY
OF
FOOD AND AGRICULTURE

Using the appropriate Genetic Tools to mitigate climate Change

Genetic improvement of crops as a key strategy to adapt to mitigate climate change effects:

- *Genomic tools for plant **genome analysis** have continued to improve rapidly.*
- *Crop improvement needs to use genomic tools to **design and then deliver the required genotypes** to fit changing and hitherto difficult environments.*
- *Genomic tools can be used to **incorporate new traits** from wild relatives to elite genotypes*
- *Genomic tools such as TALEN, CRISPR/Cas-technique or base editing can be used to **improve wild relatives of crop species** to make them usable*



MINISTRY
OF
FOOD AND AGRICULTURE

WIPO FOR OFFICIAL USE ONLY

Genetic improvement technology



Traditional Crop Modification

selective breeding and hybridization



Genetic Engineering

High yielding, pests and diseases control, manipulation of genome for improved varieties, including farmer preferred traits (PVS, PVB)



Genome Editing

Removal of genes responsible for deleterious traits affecting storage Nutrient uptake



MINISTRY
OF
FOOD AND AGRICULTURE

WIPO FOR OFFICIAL USE ONLY

Genetic technologies that have been applied in plant improvement in Ghana and elsewhere

| Technology | Contribution to crop improvement |
|------------------------------|--|
| Phenotypic selection | Eco-geographical adaptation |
| Cross breeding/hybridization | High yield increases, agronomic improvement and adaptation to climatic fluctuations and mitigation |
| Genetic manipulation | Reduction of dependency on agrochemicals (e.g. Bt Cowpea, Bt cotton, etc.) |
| Molecular markers | Resistance breeding (e.g. fall armyworm, drought, salt tolerance, aflatoxin accumulation resistance, etc.) |
| Genomic Selection | Increased rate of genetic gain (e.g. Food crop , forest trees and animal breeding) |
| Gene editing | Novel products (e.g. Golden rice, Tomato, Maize, Wheat, etc.) |



MINISTRY
OF
FOOD AND AGRICULTURE

WIPO FOR OFFICIAL USE ONLY

Conclusions

- Future food production will rely on the continued development of new crop varieties
- Underutilized crop species will need research attention to be able to contribute to climate adaptation and mitigation
- Domestication of new species and the improvement of existing ones to adapt to climate change effects
- Extensive use of wild relatives of crops capturing much more of the available climate smart plant biodiversity.
- Strengthening gene banks/treaty on Convention on Biological Diversity (CBD)
- Accessing UPOV database to support breeding



MINISTRY
OF
FOOD AND AGRICULTURE

WIPO FOR OFFICIAL USE ONLY



13



MINISTRY
OF
FOOD AND AGRICULTURE

WIPO FOR OFFICIAL USE ONLY

PREGUNTAS

CUI Yehan (Sr.), vicepresidente del Consejo de la UPOV (moderador)

Si alguien tiene alguna pregunta sobre los cinco primeros oradores, que levante la mano. No.

HUERTA Yolanda (Sra.), Consejera Jurídica y Directora de Formación y Asistencia de la UPOV

Profesor Cui, hay una pregunta de la Sra. Laura Villamayor de Argentina.

VILLAMAYOR, María Laura (Sra.), Coordinadora de Relaciones Institucionales e Interjurisdiccionales, Instituto Nacional de Semillas (INASE), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, Buenos Aires, Argentina

Muchas gracias. Buenos días para mí, buenas tardes para todos, buenas noches. En primer lugar, gracias por las presentaciones, fueron presentaciones interesantes. Quisiera hacer una pregunta sobre la presentación de la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA) y sobre la tolerancia a la sequía de la que usted hablaba, Sr. Alexandre de EMBRAPA. Tenemos una especie de reglamento entre Argentina y Brasil que trata de estos genes transgénicos, y quisiera saber cómo abordaron ustedes este problema que los críticos tienen a veces contra los transgénicos de tolerancia a la sequía. Quiero saber cómo tratan ustedes este tipo de comentarios contra los transgénicos. Y la segunda pregunta es, ¿tienen alguna normativa especial para la edición genética, o las tratan como si fueran transgénicos o como variedades normales? Estas son las dos preguntas que tengo para Alexandre. Muchas gracias.

VALSTAR, Marien (Sr.), presidente del Consejo de la UPOV (moderador)

Gracias, Laura. ¿Quién desea responder la pregunta?

LIMA NEPOMUCENO, Alexandre (Sr.), investigador, Embrapa (Brasil) (orador)

Muchas gracias por las preguntas. En primer lugar, los transgénicos son una tecnología muy, muy importante e interesante. Brasil tiene hoy el 70 % de su superficie sin labranza debido a las plantas genéticamente modificadas resistentes a los herbicidas, por desgracia, debido a todas estas polémicas sobre el uso de transgénicos en la agricultura. Porque antes de la soja Roundup Ready, teníamos transgénicos en la industria de la medicina. Nadie habla de eso. Pero ese no es el punto aquí. Obtuvimos resultados muy interesantes a partir de plantas transgénicas, como mostré. Introdujimos algunos de esos genes de sobreexpresión de epidotas en plantas de soja. Como ya he dicho, está en nuestros mejores materiales, pero es muy costoso, y no podemos hacer la recalificación nosotros mismos. Está tratando de conseguir esta asociación con una empresa privada, y esperamos que podamos seguir adelante, y luego nos van a ayudar a desregular en Brasil y Argentina y otros países.

Pero como he dicho, llegó la edición genómica, y existe esta armonización en términos de legislación entre muchos países cuando tiene ediciones que simulan mutaciones que ya ocurren en la naturaleza o que podría introducir el fitomejoramiento tradicional. ¿Por qué debería considerar un transgénico y tener todo ese costo? En primer lugar, se preserva la bioseguridad. En la CONABIA en Argentina, en Brasil, la Comisión de Seguridad lo aprueba. Paraguay, Colombia, Chile, Estados Unidos, Canadá también tienen sus agencias en las que es de la misma manera. Sabemos que Japón, Australia, China parecen ir en la misma dirección. Todavía tenemos que ver qué va a pasar con Europa. Pero esta edición del genoma es una herramienta muy interesante. Los transgénicos van a seguir siendo muy importantes porque hay algunas cosas que todavía no podemos hacer utilizando la edición del genoma. Pero debido a estas polémicas, solo 4 o 5 empresas pueden realmente presentar soluciones en el mercado.

Otro problema es que solo los grandes productos básicos, debido al costo, los cultivos comerciales, tienen esta tecnología que se utiliza. Pero la edición del genoma, esta legislación más asertiva, considero que está cambiando eso. Brasil y Argentina están negociando ahora mismo para tener una especie de desregulación simultánea de los OMG y también de las plantas editadas genómicamente. Se está debatiendo en estos momentos. Creo que podría

ser un modelo también para América, tal vez para las Américas en términos de reconocer el análisis de las agencias de cada país para así tener un uso más rápido y más asertivo de esas tecnologías en la agricultura.

No sé si he respondido su pregunta. Pero en Brasil, los transgénicos están cumpliendo siete años, siete años porque la polémica estaba prohibida hasta que llegó la nueva ley de bioseguridad de Brasil. Pero durante siete años, no pudimos utilizar esta tecnología tan importante en nuestra agricultura. Ahora vemos que en las legislaciones de edición genómica en todo el mundo, está cambiando, y espero que haya cambiado.

CUI, Yehan (Sr.), vicepresidente del Consejo de la UPOV (moderador)

Gracias por la respuesta, Sr. Alexandre. ¿Hay alguna otra pregunta de los participantes?

HUERTA, Yolanda (Sra.), Consejera Jurídica y Directora de Formación y Asistencia de la UPOV

Profesor Cui, hay un comentario del Sr. Ranner.

RANNER Herwig (Sr.), jefe de equipo - Cambio Climático y Agricultura, Unidad de Agricultura Sostenible, Dirección General de Agricultura y Desarrollo Rural (DG AGRI), Comisión Europea

Sí. Gracias. Era porque lo había planteado mi colega de Brasil, pero él no sabe cómo funcionan las cosas en Europa. Como he dicho, no puedo hablar por toda Europa. No solo existe la Unión Europea.

En la Unión Europea tenemos normas bastante estrictas sobre los organismos modificados genéticamente. Creo que también hay un colega mío de la DG SANTE por si hay preguntas concretas al respecto. Pero, en general, intentamos evitar el uso de organismos modificados genéticamente. Y, como ya he dicho, existen normas y procedimientos muy estrictos si se trabaja con este tipo de plantas. Pero también hay otros medios para utilizar nuevas obtenciones vegetales si no son porque tenemos algunos casos de plantas invasoras que también intentamos evitar para conservar nuestra biodiversidad. Sin embargo, creo que tenemos los mismos problemas que Brasil, Argentina u otros países. Gracias.

HUERTA, Yolanda (Sra.), Consejera Jurídica y Directora de Formación y Asistencia de la UPOV

Profesor Cui, también pide la palabra la Comisión de la UE, la Sra. Päivi Mannerkorpi.

MANNERKORPI Päivi (Sra.), Jefa de equipo - Material de reproducción vegetal, Unidad G1 Salud Vegetal, Dirección General de Sanidad y Seguridad Alimentaria (DG SANTE), Comisión Europea, Bruselas (Bélgica)

Gracias. Se dirigieron a la Unión Europea en relación con las nuevas técnicas genómicas, y me gustaría informarles que actualmente, a petición de los Estados miembros hace algunos años, estamos trabajando en una posible nueva legislación sobre nuevas técnicas genómicas que sería diferente de la actual legislación sobre OMG a la que se refería mi colega, el Sr. Ranner. Se trata de un proceso en curso y esperamos ver una propuesta legislativa el año que viene, que se debatirá con los Estados miembros. Por lo tanto, solo para hacerles saber que es un proceso en curso en la Unión Europea. Gracias.

CUI, Yehan (Sr.), vicepresidente del Consejo de la UPOV (moderador)

Gracias, Päivi, de la Unión Europea. Veo que el Sr. Alexandre, de Brasil, desea responder. Tiene la palabra, Alexandre.

LIMA NEPOMUCENO, Alexandre (Sr.), investigador, Embrapa (Brasil) (orador)

Solo para felicitar. No sé cómo van los debates en la Unión Europea. Yo he estado participando. Brasil ha estado participando, invitado por las reuniones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), y está realmente claro que la comunidad científica en Europa conoce la importancia de esas nuevas tecnologías brillantes, principalmente la edición del genoma. Y como la persona que habló antes de mí, sí, ha habido un debate en Europa, según lo que sé, y probablemente haya... habrá una nueva legislación. Esperamos que vaya en la misma dirección que los países en amarillo y azul que muestro en mi presentación. Gracias.

SESIÓN TEMÁTICA 3:

fitomejoramiento para la adaptación al cambio climático y su mitigación en la agricultura: perspectivas de cultivos

Moderador: Sr. Patrick Ngwediagi, presidente del Comité Administrativo y Jurídico de la UPOV

Objetivos de fitomejoramiento para perfeccionar el comportamiento del trigo en climas en que el agua es cada vez más escasa: adaptación de los sistemas de cultivo de trigo al cambio climático actual y futuro

Sr. Greg Rebetzke, genetista investigador, Canberra (Australia)

El sistema de protección de obtenciones vegetales y cultivo de arroz eficiente en el uso de agua y resistente a la sequía

Sr. Yu Zhang, adjunto de investigación, Shanghai Academy of Agricultural Sciences (China)

Utilización de la dinámica del genoma de las plantas para la adaptación al estrés

Sr. Etienne Bucher, Research group leader «Crop Genome Dynamics», Agroscope, Switzerland

SmartRice: un arroz producido con métodos más sostenibles que reducen el uso de recursos agrícolas y aumentan el rendimiento del cultivo con miras a abastecer el creciente apetito mundial

Sr. José Ré, vicepresidente de Desarrollo Mundial de Nuevos Productos, Rice Tech USA (Estados Unidos de América)

Preguntas

Caracterización de la fenología floral de las variedades de la colección mundial de olivo en Marruecos para la selección de genotipos adaptados al cambio climático

Sra. Hayat Zaher, investigadora del CRRRA de Marrakech, Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas (INRA) (Marruecos)

El cambio climático en el sector

ornamental: perspectiva del obtentor

Sr. Robert Boehm, jefe de Biotecnología, Selecta One (Alemania)

Adaptación de variedades de cereales al cambio climático en los países nórdicos: caracteres que permiten el trabajo de fitomejoramiento y caracteres que lo dificultan mucho más

Sra. Tina Henriksson, directora del grupo de Mejoramiento, Cereales y Legumbres y obtentora principal de trigo de invierno de la empresa sueca Lantmännen (Suecia)

Programa de climas cálidos: un programa de mejoramiento del manzano para climas cálidos

Sra. Lidia Lozano, Researcher, Institute of Agrifood Research and Technology (IRTA), Spain

Fitomejoramiento en comunidades de base de futuros cultivos “inteligentes” más adaptados al cambio climático: aprendizajes derivados de la experiencia nepalí

Sr. Pitambar Shrestha, asesor del programa LI-BIRD (Nepal)

Estrategias de las empresas hortícolas para abordar el imperativo de producir más alimentos en condiciones cada vez más inhóspitas y manera en que el sistema de derechos de obtentor/a pueden ayudar a estos/as a hacer frente a dichos imperativos

Sra. Astrid Schenkeveld, especialista en Derechos de Obtentor y Registro de Variedades, Rijk Zwaan (Países Bajos)

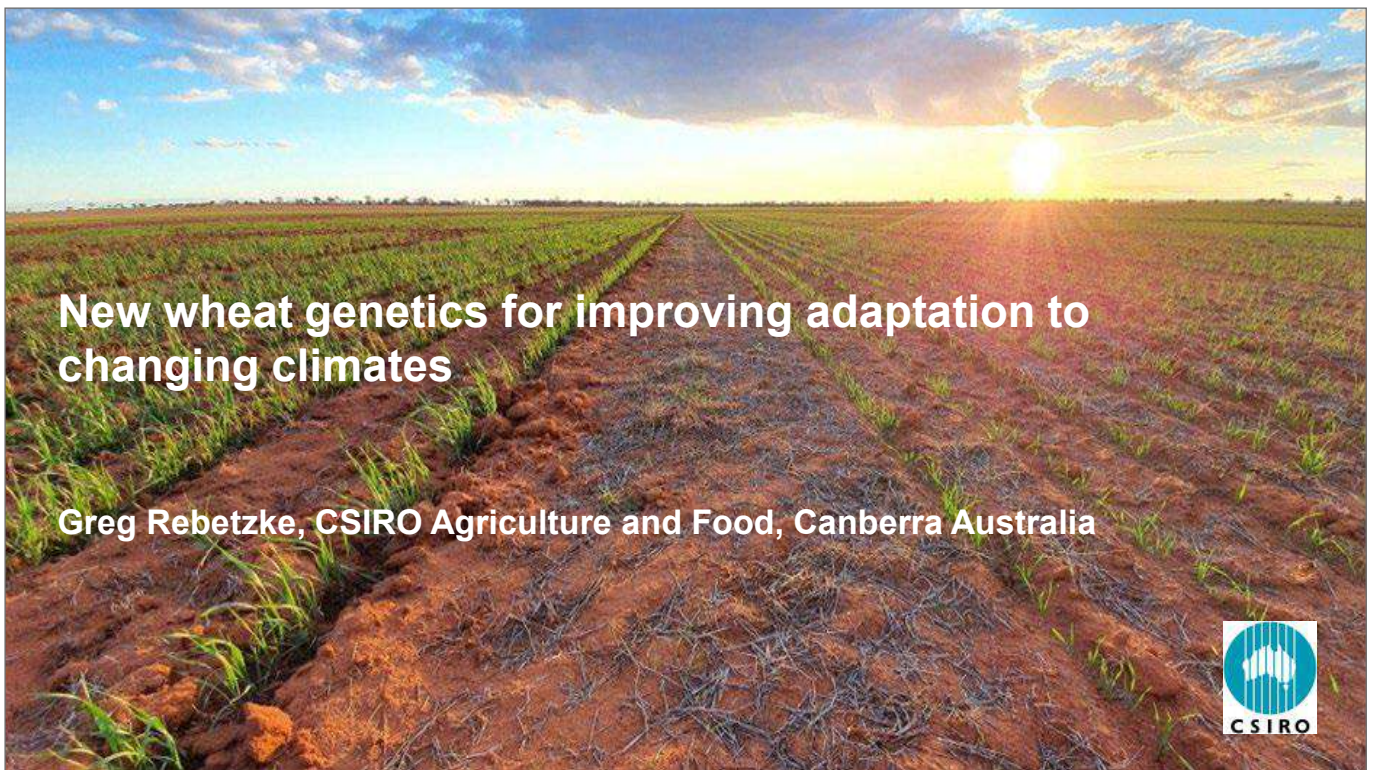
Preguntas

OBJETIVOS DE FITOMEJORAMIENTO PARA PERFECCIONAR EL COMPORTAMIENTO DEL TRIGO EN CLIMAS EN QUE EL AGUA ES CADA VEZ MÁS ESCASA: ADAPTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CULTIVO DE TRIGO AL CAMBIO CLIMÁTICO ACTUAL Y FUTURO

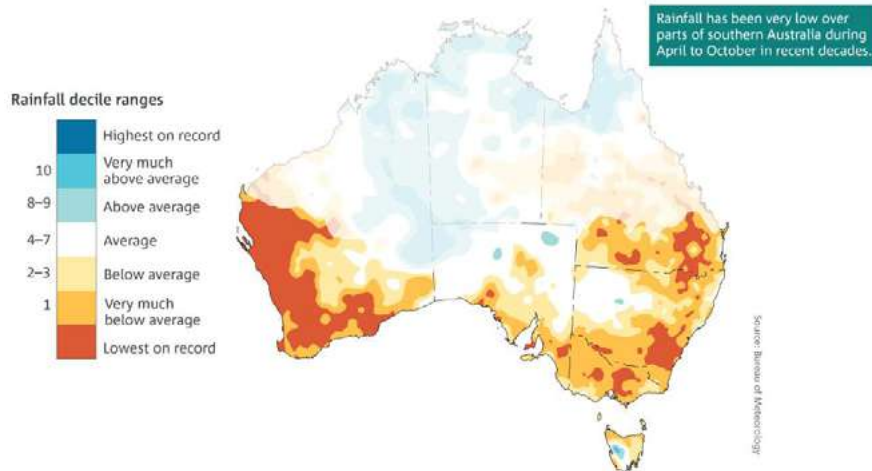
Sr. Greg Rebetzke

Genetista investigador, Canberra (Australia)

Vortrag auf dem Seminar



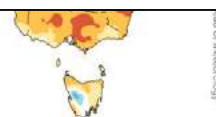
Changes in April-October rainfall



Above average, average or below average winter cropping rainfall for the period 1998 to 2018, in comparison with the entire rainfall record from 1900.

.....and the future

"There is a high degree of confidence that southern Australia will spend more time in drought in future years, consistent with projected declines in rainfall"
(Source: BOM, 2020)



April to October rainfall deciles for the last 20 years (1999–2018). A decile map shows where rainfall is above average, average or below average for the recent period, in comparison with the entire rainfall record from 1900. Areas across northern and central Australia that receive less than 40 per cent of their annual rainfall during April to October have been faded.

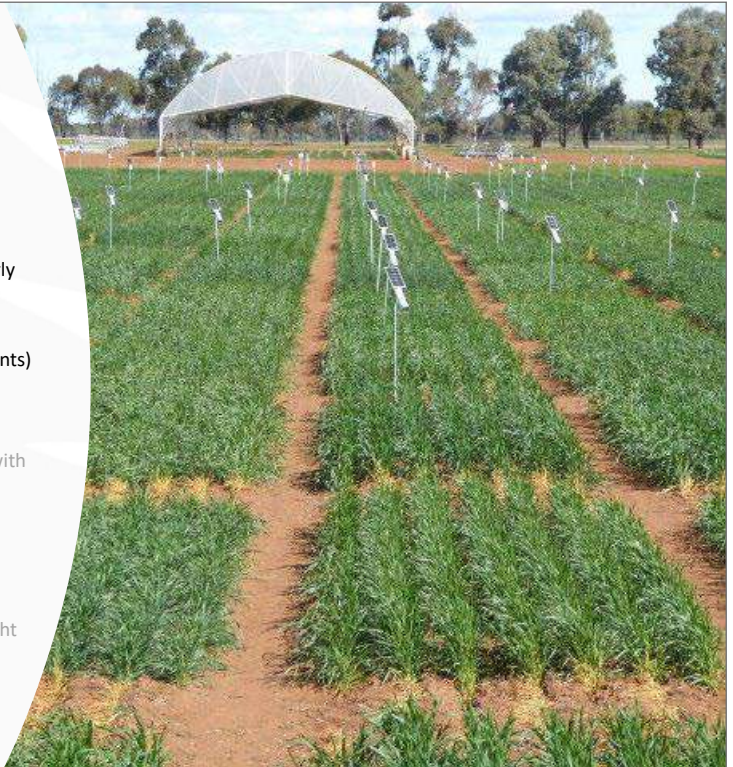
Current focus on breeding 'resistance' to climate change

In Australia, future climates are predicted to be characterized by:

- greater atmospheric concentrations of CO₂
- warmer air and soil temperatures (throughout growth and particularly at sowing and through grain-filling)
- earlier and more intense frost events
- prolonged drought (reflecting more frequent but smaller rainfall events)

Solutions to breeding for climate change in the literature include:

- Small breeding cycles to rapidly select adaptation genes in keeping with climate changes (Atlin et al. 2017)
- Evolutionary breeding using on-farm participatory engagement (Ceccarelli et al. 2010)
- Target 'stress alleles' from wild relatives to meet challenging environmental changes (Dempewolf et al. 2014)
- Trait-based focus to improve tolerance/resistance to heat and drought (Hunt et al. 2018)



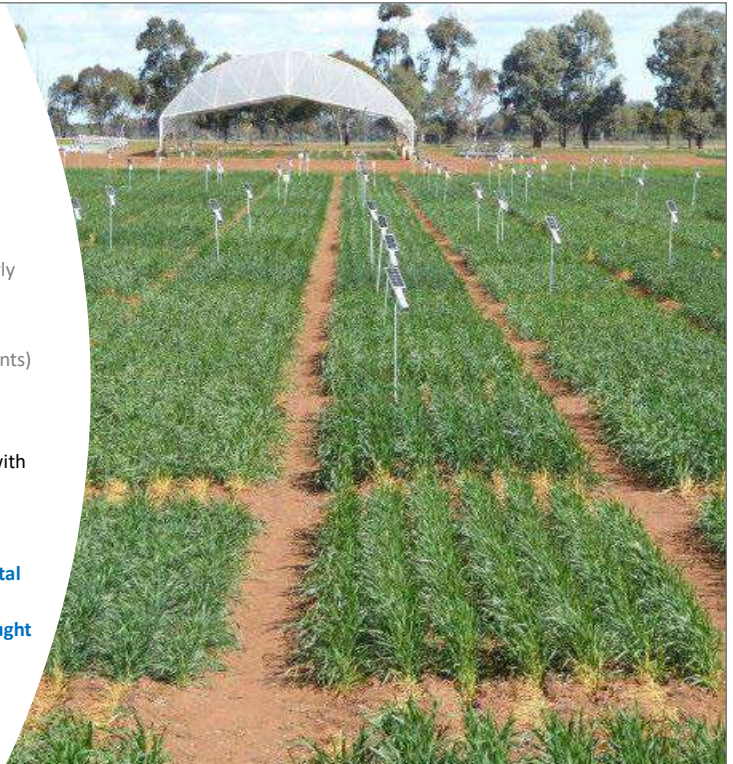
Current focus on breeding 'resistance' to climate change

In Australia, future climates are predicted to be characterized by:

- greater atmospheric concentrations of CO₂
- warmer air and soil temperatures (throughout growth and particularly at sowing and through grain-filling)
- earlier and more intense frost events
- prolonged drought (reflecting more frequent but smaller rainfall events)

Solutions to breeding for climate change in the literature include:

- Small breeding cycles to rapidly select adaptation genes in keeping with climate changes (Atlin et al. 2017)
- Evolutionary breeding using on-farm participatory engagement (Ceccarelli et al. 2010)
- **'Stress alleles' from wild relatives to meet challenging environmental changes (Dempewolf et al. 2014)**
- **Trait-based focus to improve tolerance/resistance to heat and drought (Hunt et al. 2018)**



Climate change and the challenge with ‘resistance-based’, trait-breeding

| Climate constraint | Trait(s) | Value proposition? | Genetic control? | Genetic variability available? | Ease of selection |
|--------------------|--|--------------------|------------------|--------------------------------|-------------------|
| Frost/heat | Grain number (fertility), grain size | Unknown – High? | Complex | No | Difficult |
| Heat | Leaf architecture/orientation | Unknown – Small? | Largely simple | Yes | Largely simple |
| Heat | Photosynthesis | Unknown – High? | Complex | Some | Difficult |
| Heat | Respiration | Unknown – Small? | Complex | No | Difficult |
| Heat | Development | Unknown – High? | Simple | Yes | Simple |
| Heat | Tillering/biomass | Unknown – High? | Complex | Some | Difficult |
| Drought | Many (e.g. WUE, WSC, VPD-responsiveness) | Unknown – High? | Complex | Yes | Difficult |
| CO ₂ | Grain yield/protein | Unknown – High? | Complex | Some | Difficult |

+ potential for high temperatures to challenge existing disease-breeding targets and duration/effectiveness

A need to focus on breeding now for adaptation to future changing climates

Future climate impacts on crop growth appear complex (interactions in temperature extent and duration, VPD, rainfall, and CO₂)(Mark Howden pers. comm.)

A need to focus on breeding now for adaptation to future changing climates

Future climate impacts on crop growth appear complex (interactions in temperature extent and duration, VPD, rainfall, and CO₂) (Mark Howden pers. comm.)

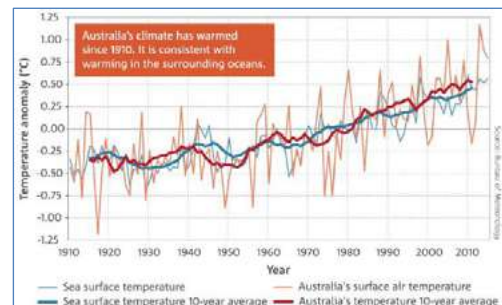
Trait-based breeding only works when there is a long-term, reliable signal for selection (genetic correlation for selection environment with TPE is high) (Rosielle and Hamblin 1980; Atlin and Frey 1989)

A need to focus on breeding now for adaptation to future changing climates

Future climate impacts on crop growth appear complex (interactions in temperature extent and duration, VPD, rainfall, and CO₂) (Mark Howden pers. comm.)

Trait-based breeding only works when there is a long-term, reliable signal for selection (genetic correlation for selection environment with TPE is high) (Rosielle and Hamblin 1980; Atlin and Frey 1989)

Future climate = 'reliably predictable' + significant climate variability



(source: www.climatechangeinaustralia.gov.au)

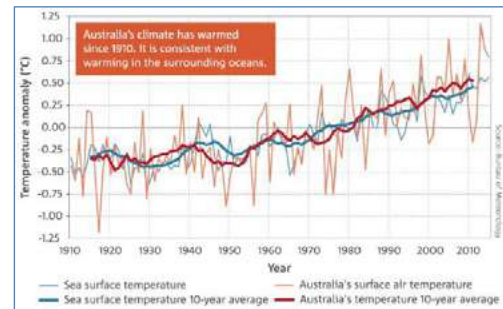
A need to focus on breeding now for adaptation to future changing climates

Future climate impacts on crop growth appear complex (interactions in temperature extent and duration, VPD, rainfall, and CO₂)(Mark Howden pers. comm.)

Trait-based breeding only works when there is a long-term, reliable signal for selection (genetic correlation for selection environment with TPE is high) (Rosielle and Hamblin 1980; Atlin and Frey 1989)

Future climate = ‘reliably predictable’ + significant climate variability

So, the question in breeding remains ‘how much of this forecast change is predictable across long breeding cycle timespans?’ Can we be confident that genes under selection with breeding now will be retained when needed in future climates?



(source: www.climatechangeinaustralia.gov.au)

A need to focus on breeding now for adaptation to future changing climates

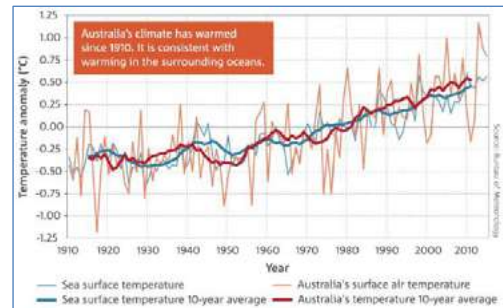
Future climate impacts on crop growth appear complex (interactions in temperature extent and duration, VPD, rainfall, and CO₂)(Mark Howden pers. comm.)

Trait-based breeding only works when there is a long-term, reliable signal for selection (genetic correlation for selection environment with TPE is high) (Rosielle and Hamblin 1980; Atlin and Frey 1989)

Future climate = ‘reliably predictable’ + significant climate variability

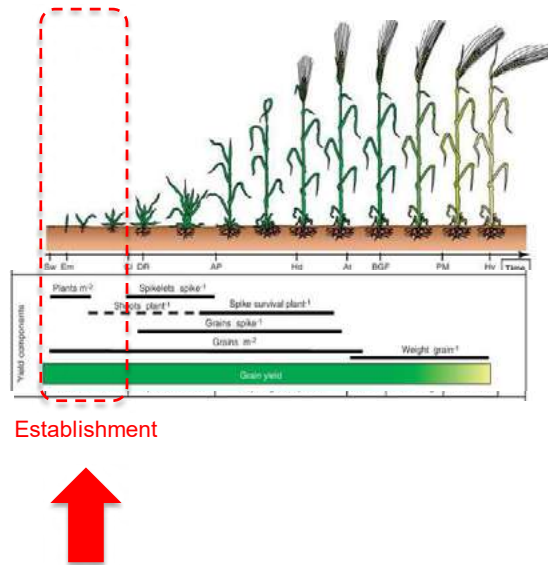
So, the question in breeding remains ‘how much of this forecast change is predictable across long breeding cycle timespans?’

Do we need to change our thinking away from 100+ years of farming in reliable albeit rainfed systems? Is there need and is there opportunity to breed and develop cropping systems containing crop varieties that are more *opportunistic* than *resist* against climate change?

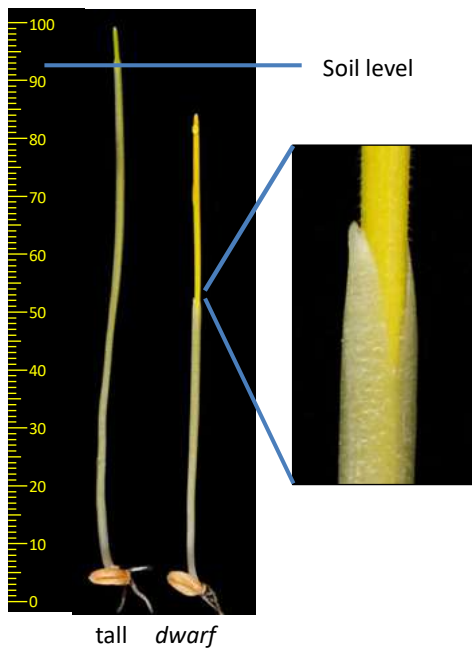


(source: www.climatechangeinaustralia.gov.au)

Opportunity breeding - Optimising crop establishment



The coleoptile: genetics to better link seed to soil surface



Coleoptile length determines how deep seed can be sown



Challenges in successful wheat establishment with changing climates

Declining autumn rainfall (April-May)

- later germination and risks with dry sowing
- greater reliance on stored moisture (deep sowing)

Early sowing of longer season varieties

- soil temperature can increase by 10-15°C
- high soil temperatures reduce coleoptile length

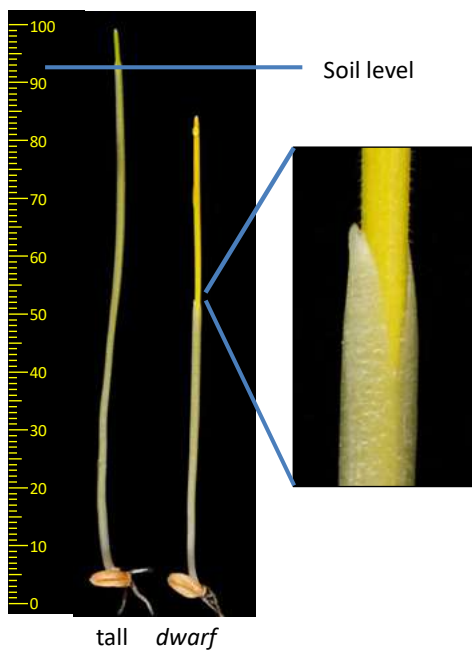
Soil factors

- furrow in-fill with wind and rain

Key trait: long coleoptiles that ensure timely emergence and assured crop establishment



The coleoptile: genetics to better link seed to soil surface



Coleoptile length determines how deep seed can be sown

Dwarfing 'height' genes affect coleoptile length:

Since the early 1960s, coleoptile length was known to be shortened and establishment reduced with Green Revolution dwarfing genes and particularly in warmer soils (Allan et al. 1962)

Replacing green Revolution with new dwarfing genes to increase coleoptile length – here sowing at 12cm depth

Green revolution *Rht2* dwarf



New *Rht18* dwarf

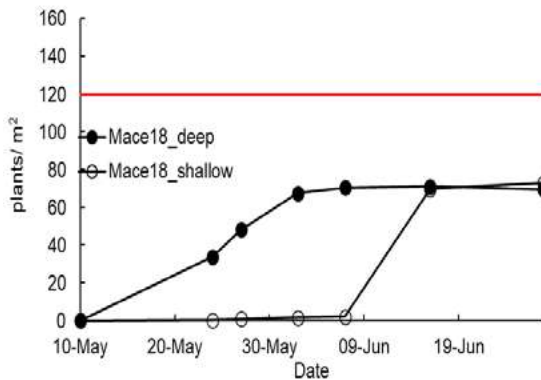


Mike Lamond (SLR)

Assessing subsoil moisture for early germination and growth

Sowing Date: 10 May (seasonal break 31 May)

Summer fallow rainfall (Nov-Mar): 77 mm



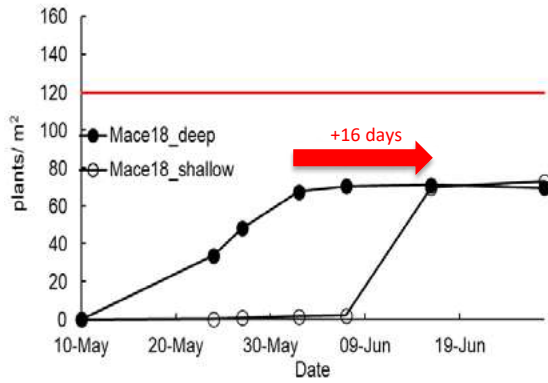
Earlier shoot and root growth with sowing into deep moisture (note increased weed numbers with late emergence of shallow depth)

Source: Dr Bonnie Flohr, CSIRO

Assessing subsoil moisture for early germination and growth

Sowing Date: 10 May (seasonal break 31 May)

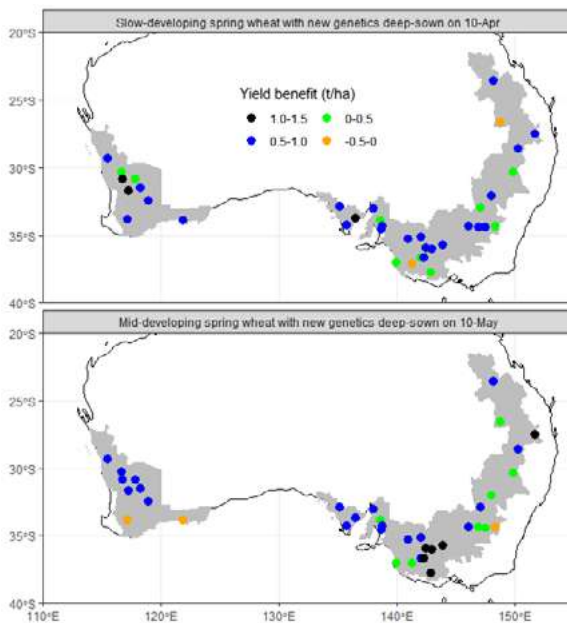
Summer fallow rainfall (Nov-Mar): 77 mm



LC Mace - Deep (12cm) LC Mace - Shallow (4cm)
 Earlier shoot and root growth with sowing into deep moisture (note increased weed numbers with late emergence of shallow depth)

Source: Dr Bonnie Flohr, CSIRO

Modelled Yield Benefit of Long Coleoptiles Across Australia for Future Climates

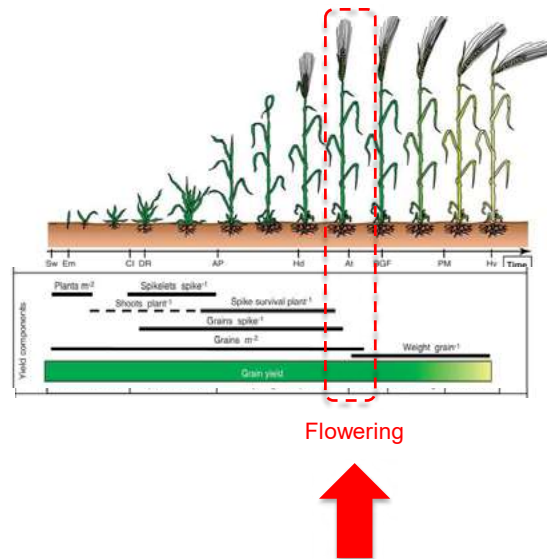


18-20% mean annual yield benefit (1901-2020) of wheat with new genetics (long coleoptiles and greater early vigour) sown at 120mm depth compared to baseline wheat sown at 45mm depth at 37 sites



(Zhao et al. 2022; Nature Climate Change)

Opportunity breeding - Awnless wheats for changing climates



Removing awns for frost-, heat- and drought-prone wheat regions

Awns damage animals mouths to reduce the value of frost-, heat- and drought-affected crops for animal feed

Grower returns can be high for awnless, high soluble-sugar hay



Frost-damaged wheat crop



Wheat bailed as hay for feed

Reducing financial risk – delivery of new CSIRO-bred, awnless wheat varieties ‘LRPB Bale’ and ‘LRPB Dual’ for grain or hay/grazing



Key messages

Breeding for climate change (**and changing climates**) must be in train now but will be challenging:

- Target environments will be climatically complex
- With adequate genetic variation, breeding cycles still take time
- Selection relies on an established environment types ('TPE') - progress will be slower in breeding for variable climates than where change is unpredictable and less directed
- Risk potential loss in key climate adaptation alleles in absence of a reliable stress (and particularly if there is a performance cost in its absence!)

Clear evidence of climate change (and variability) now:

- Genetic variation exists that provides and prepares for climate adaptation now and into the future (e.g. long coleoptiles for deep sowing, development genes for targeted sowing dates, greater early vigour for late sowing opportunities, awnless wheats for grazing/hay etc.)
- Provide farmers with genetic options that best fits their farming system and allows them to 'play the season' while reducing financial and environmental risk

Acknowledgements



- SLR Agriculture (WA): *Michael Lamond and team*
- CSIRO: *Therese McBeath, Belinda Stummer, Andrew Fletcher, Bonnie Flohr, Sarah Rich, John Kirkegaard, Zhigan Zhao, Enli Wang, and team*
- EPAG Research (SA): *Andrew Ware, Rhaquelle Meiklejohn, and team*
- AgGrow Agronomy and Research (NSW): *Barry Haskins, Rachael Whitworth, and team*
- Dept Agric. and Fisheries (QLD): *Darren Aisthorpe and team*
- DPIRD (WA): *Steven Davies and team*
- LongReach Plant Breeders: *Colin Edmondson and Bertus Jacobs*
- GRDC projects SLR2103-001RTX, DAQ2104-005RTX, UCS2105-002RSX, CSP00183; CSIRO Drought Resilience Mission; DAWE



EL CAMBIO CLIMÁTICO: UNA OPORTUNIDAD PARA LA INNOVACIÓN EN LA AGRICULTURA

Sr. Yu Zhang

adjunto de investigación, Shanghai Academy of Agricultural Sciences (China)

El arroz es una planta de cultivo importante que representa aproximadamente un tercio de los cultivos de grano. Con el desarrollo de la urbanización, el área de uso agrícola del suelo se reduce gradualmente y el modo de manejo extensivo ha reducido el rendimiento de arroz. Además, en los últimos años, el clima extremo, tal como la sequía y la alta temperatura se ha producido con frecuencia, lo que ha derivado en graves retos para el rendimiento de arroz.

Asimismo, debemos reconocer que el calentamiento global aumenta las emisiones de gas de efecto invernadero provenientes de los arrozales, en tanto que las emisiones de gas de efecto invernadero promueven el calentamiento global, lo cual, en última instancia, causa pérdidas de arrozales y pone bajo una gran amenaza la seguridad alimentaria a nivel mundial. Por lo tanto, las emisiones de gas de efecto invernadero provenientes de los arrozales son una gran preocupación sin precedentes en el contexto de la seguridad alimentaria, que está acaparando la atención mundial. Un reto importante en el desarrollo del arroz sostenible es cómo romper el círculo vicioso de las emisiones de gas de efecto invernadero y el calentamiento global en la producción del arroz. En China, se ha propuesto el objetivo de la neutralidad en las emisiones de carbono durante la producción de arroz, lo que significa cero emisiones netas de CO₂ provenientes del campo de arroz. Por lo tanto, la necesidad de cultivar variedades de arroz artificiales eficientes en el uso de agua, resistentes a la sequía y respetuosas con el medio ambiente es urgente.

El profesor Lijun Luo ha clasificado la resistencia a la sequía compleja heredada en tres tipos:

- la evitación de la deshidratación (DA) se refiere a la capacidad de la planta para mantener un alto estado hídrico mediante la absorción de agua o una reducción de la pérdida de agua en condiciones secas.
- la tolerancia a la deshidratación (DT) se define como la capacidad relativa de las plantas para mantener su función en un estado de agua bajo en las hojas. La medida de esta capacidad incluye varios rasgos fisiológicos como ajuste osmótico, contenido de ácido abscísico (ABA), contenido de prolina, contenido de azúcar soluble, antioxidasa, etc.
- la recuperación por sequía (DR) se refiere a la capacidad de recuperación de la planta después de un período de sequía severa que provoca el cese completo del crecimiento, una pérdida completa de turgencia y la desecación de la hoja.

Hanyou73 es una importante variedad de arroz eficiente en el uso de agua y resistente a la sequía (WDR), autorizada en 2016. El cultivo en crecimiento de Hanyou73 en cultivo aeróbico redujo alrededor del 97,2 % de las emisiones de CH₄ en comparación con las variedades de arroz comunes con cultivo por inundación. Dado el rápido desarrollo y comercialización de WDR, podemos optimizar un área de plantación de 670 000 hectáreas en China durante los próximos cinco años, que se ha proyectado en un programa actual para el desarrollo de alta calidad de la industria de semillas en Shanghai. Esto significa una reducción anual de 156 100 toneladas de emisiones de CH₄ de los arrozales mediante el reemplazo con WDR en total. Una vez que el equivalente de dióxido de carbono reducido por el cultivo de WDR pueda intercambiarse en el mercado, puede proporcionar un beneficio adicional para los agricultores anualmente.

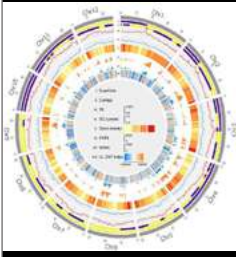
Ventajas de producir arroz eficiente en el uso de agua y resistente a la sequía:

- en cuanto a los arrozales: cambiar métodos de cultivo.
Cambiar la forma tradicional de cultivar arroz, respetuosa con el medio ambiente y ahorrar recursos.
- en cuanto a tierra de secano: ajustar la estructura de plantación.
Ajustar la estructura de plantación de cultivos, mediante tierras agrícolas de valor agregado para incrementar los ingresos de los agricultores.
- en cuanto a la tierra nueva: expandir el área de producción de arroz.
La variedad WDR se utilizará en tierras agrícolas abandonadas y en laderas.

Creemos que la variedad WDR logrará resultados relacionados con el uso eficiente de agua y de la mano de obra, y reducirá las emisiones.

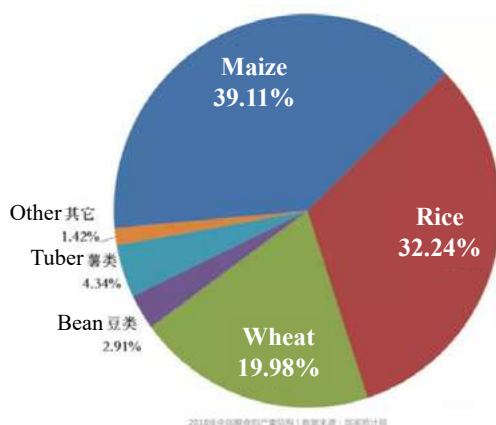
Vortrag auf dem Seminar

New plant variety protection system and the cultivation of water-saving and drought-resistance rice (WDR)



Dr. Yu Zhang

Shanghai Academy of Agricultural Sciences, China
Shanghai DUS Tests Sub-center of New Varieties of Plants,
Ministry of Agriculture and Rural Affairs, P. R. China



Total grain output: 0.65 billion tons.

Cultivated land and environment bearing forward:

70% of agricultural water consumption.

One third of the world's chemical fertilizer and pesticide use.

The output structure of China in 2019

Rice is the most important food crop.

1. The increase in the national average rice yield is limited



Chen Yuping et al. 2009. Agricultural economy problems. (in Chinese)

2. Rice production rely on much labor force, while the economic benefit is low



lowland rice are poor in drought resistance and not leaving water.
It is not suitable for large scale mechanization because of poorly direct seeding character.
It's getting more expensive to plant.

3. Rice accounts for 50% of the total water consumption

Water resources per capita are declining in a water short country

2002 2200 m³
2030 1800 m³



Irrigation water shortage exceeds 120 billion m³ every year

The high yield of grain depends on groundwater irrigation



4. Traditional rice production caused serious environmental pollution

With the increase of pesticide and fertilizer application, the environmental pollution becomes more and more serious.

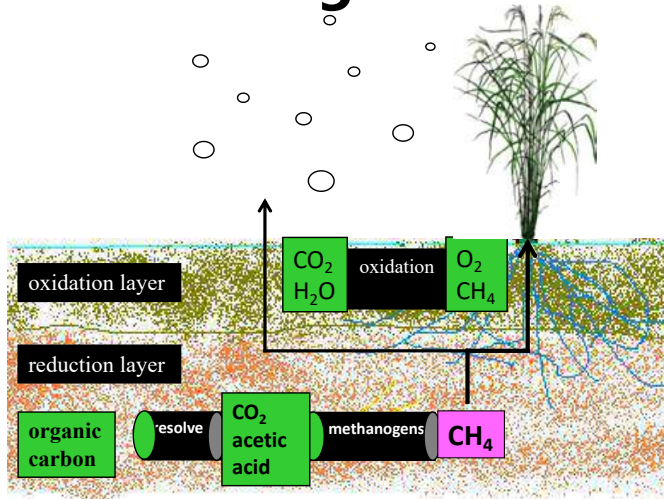


Low fertilizer utilization
Nitrogen fertilizer 35%
Phosphate fertilizer 25%

A lot of pesticides were used, while utilization rate is only 30%



5. Rice production produces a lot of greenhouse gases

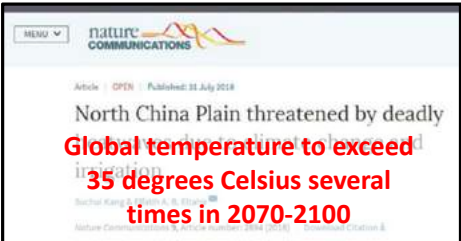


Methane emission from paddy fields in China accounted for 19.73%

Slides from Yan X Y(2014)

«Climate Change Assessment report»

| Year | Tm increased |
|------|--------------|
| 2020 | 1.1 - 2.1 °C |
| 2030 | 1.5 - 2.8 °C |
| 2050 | 2.3 - 3.3 °C |



- Troubles:**
1. Rice varieties are greatly affected by extreme environment.
 2. Fresh water resources are very limited.
- Solution:** To cultivate **drought-resistance** and **ecologically friendly** rice varieties.

Evolution and differentiation between lowland and upland rice



Oryza rufipogon Grif



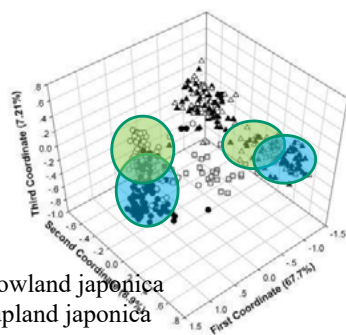
Upland is easy to planting. The environmental pollution was lower compared to traditional rice variety produced.

From dry land to paddy fields



Water demand increased Drought resistance and direct seeding decreased

There was significant genetic differentiation between lowland and upland rice



- lowland japonica
- upland japonica
- △ lowland indica
- ▲ upland indica
- *Oryza rufipogon* Grif

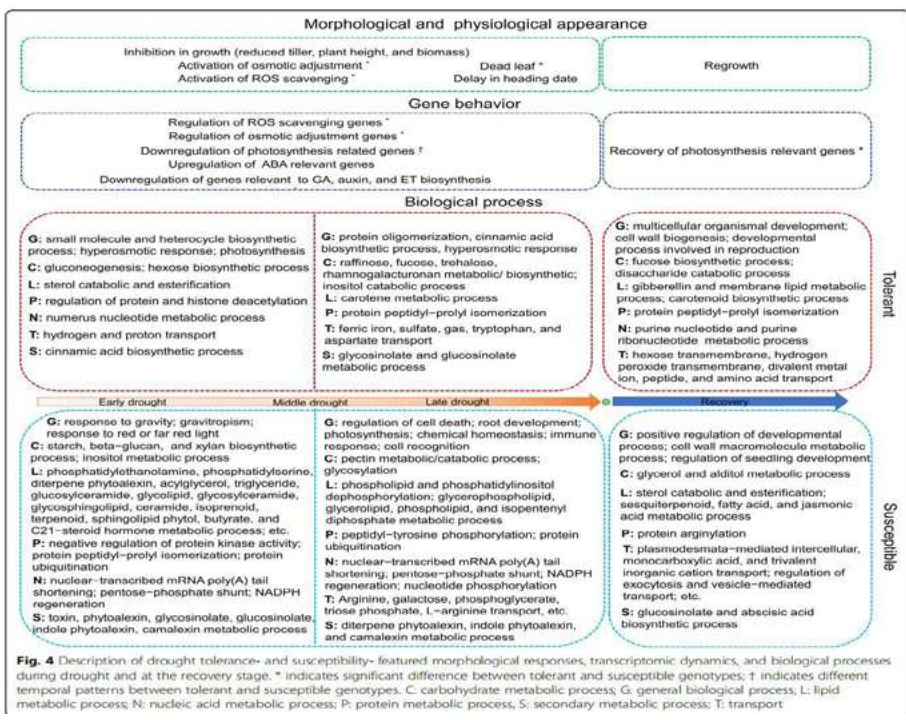
Table 6. Gene symbol, gene ID, and the annotated functions of the decisive selective loci detected in this study.

| Locus | Gene symbol | Gene ID | Names | Predicted function |
|-------|--------------|---------|----------------------|---|
| E647 | Ox01g0607400 | 4324222 | hypothetical protein | Similar to STYLOSA protein |
| E359 | Ox06g0702600 | 4341978 | hypothetical protein | Similar to Auxin response factor 7a |
| E1899 | Ox12j0563600 | 4352535 | hypothetical protein | Protein of unknown function, DUF338 family protein |
| E3735 | Ox07g0260000 | 4342870 | hypothetical protein | Protein prenyltransferase domain containing protein |
| E1238 | Ox10g0554200 | 4349339 | hypothetical protein | TGF-beta receptor, type I/II extracellular region family protein |
| E1177 | Ox06g0633300 | 4341588 | hypothetical protein | Phytosulfokines 1 precursor [Contains: Phyto sulfokine-alpha (PSK_alpha) (Phytosulfokine-a); Phytosulfokine-beta (PSK-beta) (Phytosulfokine-b)] |
| E4208 | Ox07g0546500 | 4343527 | hypothetical protein | Conserved hypothetical protein |

doi:10.1371/journal.pone.0106352.t006

Several selective Loci of drought-respondering ESTs were identified to associated with the drought resistance of rice

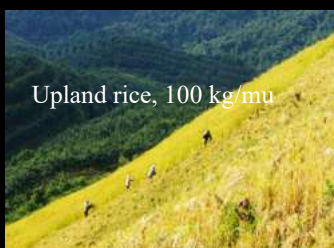
Xia et al. 2014, Plos One



The morphological, physiological responses, gene behaviors and biological mechanisms were different between drought-tolerant and susceptible cultivars in response to drought stress.

Xia et al. 2020 BMC Genomics

What is WDR?



Upland rice, 100 kg/mu

Upland rice variety is easy to planting. The environmental pollution was lower compared to traditional rice variety produced.

From dry land to paddy fields



Traditional rice variety 200 kg/mu

Water-saving and Drought resistance Rice

Water demand increased
Drought resistance decreased and direct seeding decreased



Modern rice > 800 kg/mu

High yield, good quality and disease resistance
Poor water saving and drought resistance, adverse direct seeding

Advantages and disadvantages

The development of WDR variety: from concept to practice and theory



《Journal of Experimental botany》Published concept and cultivate strategies

- Paddy field direct seeding with drought management, water saving 50%, reduce pesticide fertilizer, stable rice yield
- Dry land direct seeding with drought management, expand rice planting area.
- Save labour and plant easily, and greatly reduce diffuse pollution and greenhouse gas emission.



2013

Second Prize of National Science and Technology Invention



2016

The Ministry of Agriculture promulgates industry standards related WDR



2020

First Prize of National Scientific and technological progress

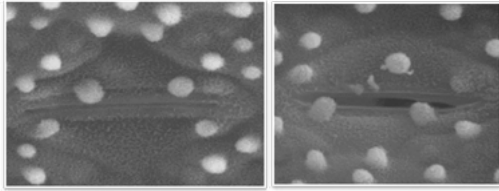
Drought resistance of crops

- 1.Drought Avoidance, DA
- 2.Drought Tolerance, DT
- 3.Drought Recovery, DR



Luo Lijun. 2010 JXB

Drought avoidance

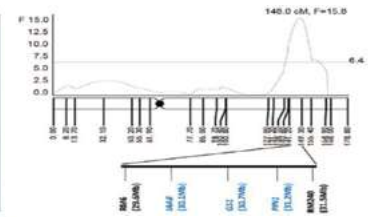


Deep root ratio (RDR) is an important index to measure drought resistance

IRAT 109, a upland rice cultivar from Africa, was found with higher RDR and DA, was widely used in both gene identification and WDR breeding program

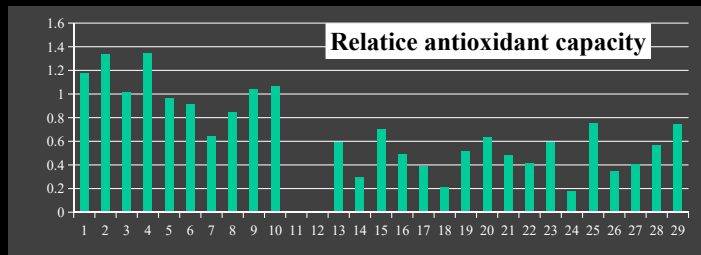
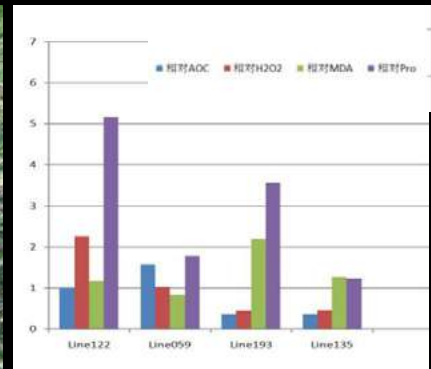


Fig. 1. Root architectures of the parents of the F1s.



Lou et al. 2015 JXB

Drought tolerance



Drought recovery



Stop water for 22 days



Recovery 3 h



Recovery 6.5 h

Achievements

There are 27 certified varieties, including 5 Chinese certified varieties and 22 provincial certified varieties. The research has been published in many journals such as in Cleaner Production, Molecular Plant, Plant Biotechnology Journal, Journal of Environmental Botany, Scientific Report, Frontiers in Plant Science and so on.

HanYou73: Application for plant variety rights

| 综合查询 | | 植物种类: 水稻 | |
|--------|---------------------------|----------|---------------------|
| 植物种类 | 水稻 <i>Oryza sativa</i> L. | 品种名称: | 旱优73号 |
| 品种名称 | 旱优73号 | 申请号: | 20110870.0 |
| 申请号 | 20110870.0 | 申请日: | 2011-11-11 |
| 申请日 | 2011年11月11日 | 申请人: | 上海市农业生物基因中心 |
| 申请人 | 上海市农业生物基因中心 | 审查状态: | 授权 |
| 共同申请人 | 上海天谷生物科技股份有限公司 | 申请公告日: | 2012-03-01 |
| 目前状态 | 授权 | 授权号: | CNA20110870.0 |
| 申请公告日 | 2012年3月1日 | 授权日: | 2016-03-01 |
| 授权日 | 2016年3月1日 | 公告号: | CNA007031G |
| 品种权人 | 上海市农业生物基因中心 | 品种权人: | 上海市农业生物基因中心 |
| 共同品种权人 | 上海天谷生物科技股份有限公司 | 品种权地址: | 上海市北翟路2901号(201105) |

HanYou73: was certification in Anhui, Hubei and Guangxi province



High yield and quality
Water-saving drought-resistant
high temperature tolerance
and direct seeding



The character of WDR variety

Easy cultivation

Resistance to direct seeding

Rooting capacity, flooding tolerance, weeds (rice)

Efficient use of fertilizer

Environment friendly.....

Resistance to direct seeding



HanHui3

HanYou73

High efficiency use of phosphate fertilizer

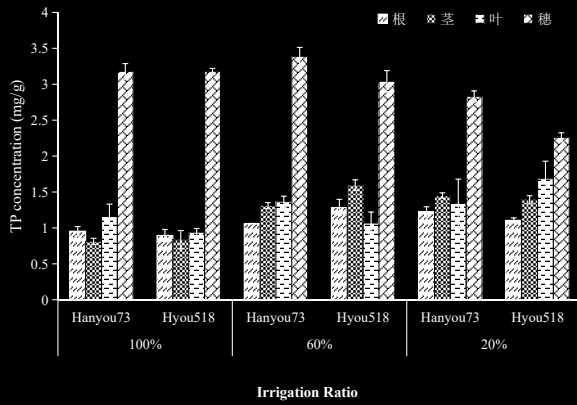


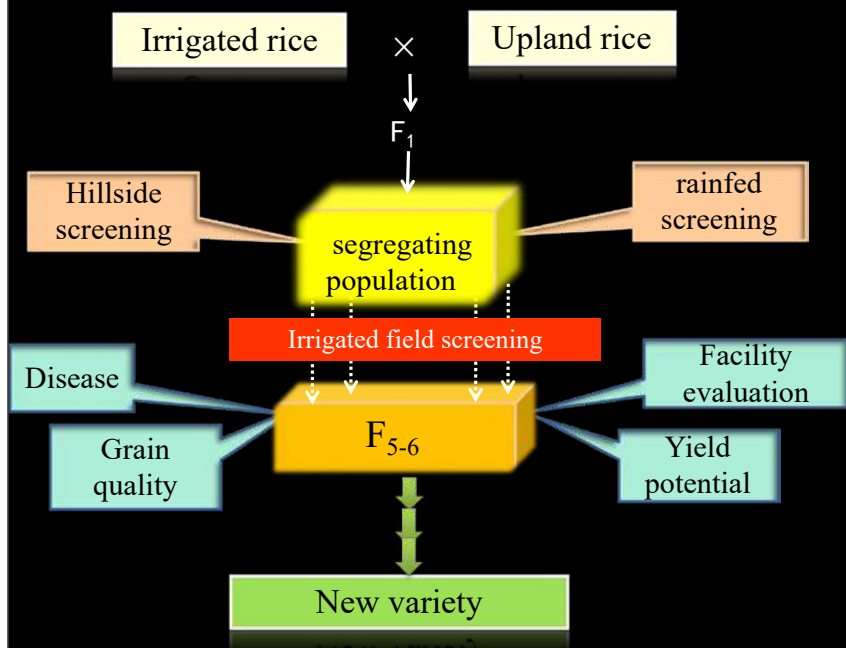
Fig.1 The effect of irrigation quantity on phosphorus (P) accumulation of WDR



Fig. 3 The heat map of organic acids from root of the WDR and lowland rice variety

Bi et al.2021 J. Cleaner Production

How to cultivate WDR variety?



The goal of developing WDR variety

1. For paddy fields: Change cropping methods
2. For dry land: adjust planting structure
3. For new land: expand rice production area

Areas for developing WDR variety

I. Paddy field: water (drought) direct seeding and drought management

Changing the traditional way of growing rice
Realize resource saving and environment friendly!



Areas for developing WDR variety

II. Upland cropping (prone to waterlogging)

Adjust crop planting structure

Realizing value-added farmland to increase farmers' incomes



Target areas for WDR variety

III farmlands abandoned

Basic farmland will go up the mountain



hillslope



The performance of WDR variety Hanyou3 in Guangxi province in 2021



Reduction emission demonstration of WDR variety direct seeding in lowland field

| | | Huhan61 (WDR) | Xiushui134 (CK) | (%) |
|----------|-------------------------------------|-------------------|-----------------|----------|
| Input | Water (m ³ /mu) | 210 | 450 | -53.30% |
| | Urea (kg/mu) | 6 | 25 | -76.00% |
| Output | yield (kg/mu) | 717.9 | 679.1 | 5.40% |
| | grain quality | excellent quality | general | |
| Emission | nitrogen (g/mu) | 19.63 | 68.05 | -71.20% |
| | phosphorus (g/mu) | 7.2 | 11.68 | -38.40% |
| | CH ₄ (mg/mu) | 100 | 500 | -80.00% |
| | 2methyl4chlorodicarbonamide (mg/mu) | 0 | 27.24 | -100.00% |
| | orthene (mg/mu) | 0 | 4613.1 | -100.00% |
| | avilamycin (mg/mu) | 0 | 172.9 | -100.00% |
| | indoxacarb (mg/mu) | 1.14 | 9.92 | -88.50% |
| | nitenpyram (mg/mu) | 124.82 | 1004.94 | -87.60% |
| | bentazone (mg/mu) | 0 | 4687.9 | -100.00% |

Data from Jinshan district of Shanghai in 2018



WDR are going international

中国新闻

新民网 www.xinmin.cn 24小时读者热线: 962555 编辑邮箱: ymywb@xmw.com.cn 读者来信: dshw@xmw.com.cn

新民晚报 | 9

2019年10月16日 / 星期三 本报编辑/主任: 视觉设计/付建华

“沪生”稻南北丰收播撒全球

节水又抗旱 减排又保土

本报讯 (记者 马廷宇)今天是第39个世界粮食日,金秋时节,在安徽蚌埠郊区的产粮大县,田野间一片金黄,来自上海的节水抗旱稻正在等待收割。不仅是在这里,这种改变了水稻传统种植方式的“沪生”新品种,还推广到江西、湖南、河南等粮食主产区,推广面积累计近600万亩,推广超过上千个水稻新品种中一枝独秀的绿色明星。

用水量的70%,消耗了我国总用水量的50%左右,工业和城市用水及其他农业用水的增长使得水稻的灌溉越来越难以保证;为追求高产而加大的施肥和用药量加剧了农田土壤富营养化,水土流失等环境问题;水稻田也是温室气体甲烷的重要来源……越来越多的中国科学家在寻找两全其美的解决之道,努力平衡粮食安全与生态环境。

上海市农业生物基因中心罗利军研究团队,率先推出“节水抗旱

稻”的理念,节水抗旱稻兼具水稻高产优质和旱稻节水抗旱特点,经过近20年的探索,在遗传研究、品种培育和推广应用中获得重大突破,与常规水稻品种“水稻水秀”相比,节水抗旱稻在育种阶段增加了抗旱特性,比普通水稻节水约50%,即使缺水仍能确保高产稳产,像种麦子一样种水稻也成为可能,特别是在没有灌溉条件的中低产田里,节水抗旱稻依然实现增产稳产。

2016年,上海市农业生物基因中心主持制订的《节水抗旱稻水肥和《节水的抗旱稻抗性鉴定技术规范》两个行业标准由农业部颁布实施。2018年,农业部启动“国家节水抗旱稻区域试验”,目前,上海选育的节水抗旱稻品种在安徽、江西、湖南、河南、福建等地推广种植。

水稻作为我国百姓的餐桌主食,新品种出不多,但是,单一品种的推广面积和群体较少,约八成新品种仅能推广种植几万亩。“沪生”节水抗旱稻家族推出晚粳、中粳、早粳73”这个品种,已通过浙江、江西、湖南、河南、福建等多个省份引种,种植带从海南延展至山东,全国南北种植面积达到约500万亩,在安徽,旱稻面积达到约500万亩,在安徽,旱稻面积达到约500万亩。

与水稻相比,“节水抗旱稻”已走进田间,在东南亚的越南、缅甸、巴基斯坦、老挝和非洲的乌干达、加纳、马达加斯加等地展开了宝贵的推广工作,表现出较强的增产优势,推广影响力不断增强。



New strains of rice could address climate change

To tackle such issues, the United Nations Environment Programme (UNEP) has been working with the Shanghai Agricultural Genes Center to develop strains of rice that are drought resistant and don't need to be planted in paddies. The research, say, experts, could help boost food security at a time when COVID-19 is threatening to propel more people into hunger.

One strain, dubbed WDR 73 by scientists, proved particularly profitable. During trials in Vietnam, researchers found that it helped boost yields by about 30 per cent compared to locally grown varieties.



Pakistan



Vietnam



Nigeria

Consideration

Environmental factors, such as drought, direct seeding, high temperature and flooding resistance, make it more and more urgent for agriculture to breed superior varieties. In the process of DUS testing, it is necessary to evaluate the drought resistance of plants to cope with the climate change. Whether these stress-related traits can be selected for testing which needs further discussion in the future.

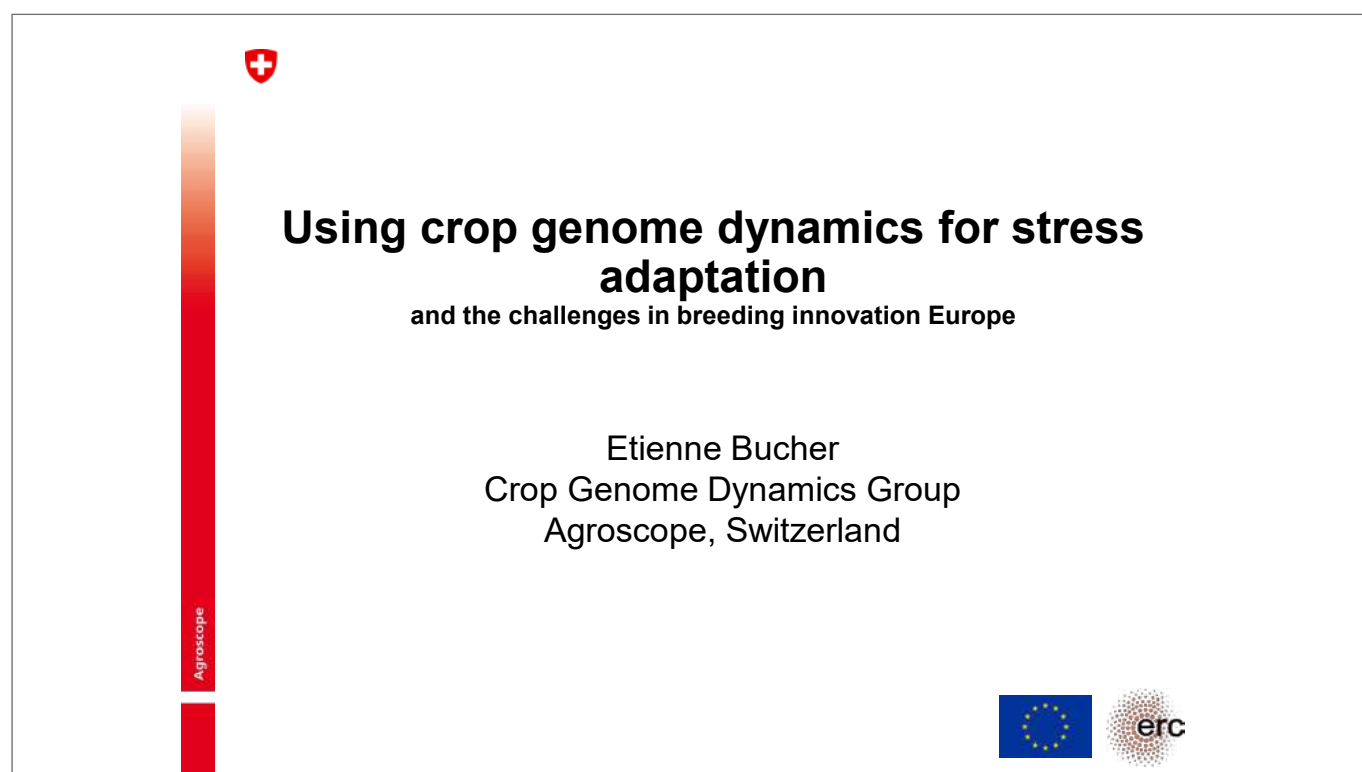


UTILIZACIÓN DE LA DINÁMICA DEL GENOMA DE LAS PLANTAS PARA LA ADAPTACIÓN AL ESTRÉS


Sr. Etienne Bucher

Jefe del grupo de investigación “Dinámica del genoma de las plantas”, Agroscope (Suiza)

Vortrag auf dem Seminar



The slide features a red vertical bar on the left side with a white cross at the top and the word 'Agroscope' written vertically. The main title is 'Using crop genome dynamics for stress adaptation' in bold black font, followed by the subtitle 'and the challenges in breeding innovation Europe'. The presenter's name and affiliation are listed below: 'Etienne Bucher, Crop Genome Dynamics Group, Agroscope, Switzerland'. At the bottom right, there are logos for the European Union and the ERC (European Research Council).





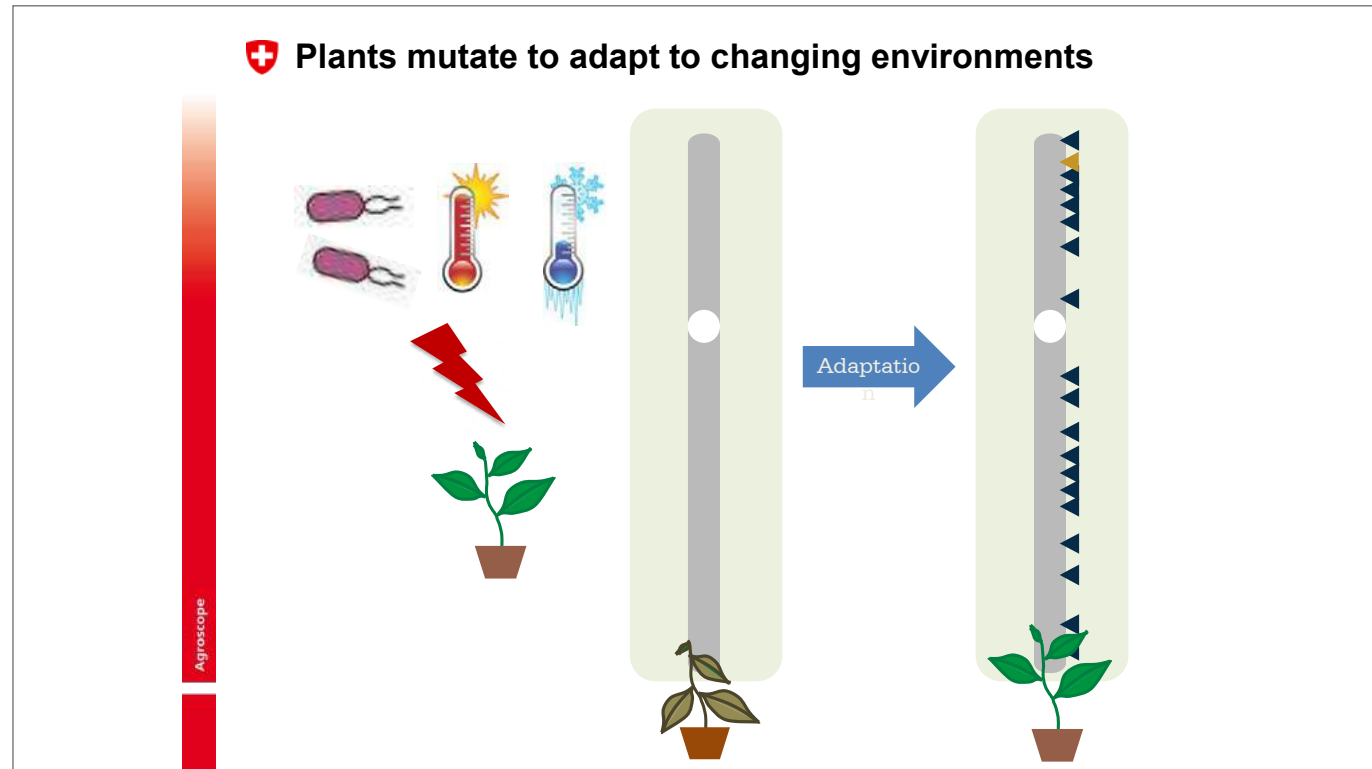
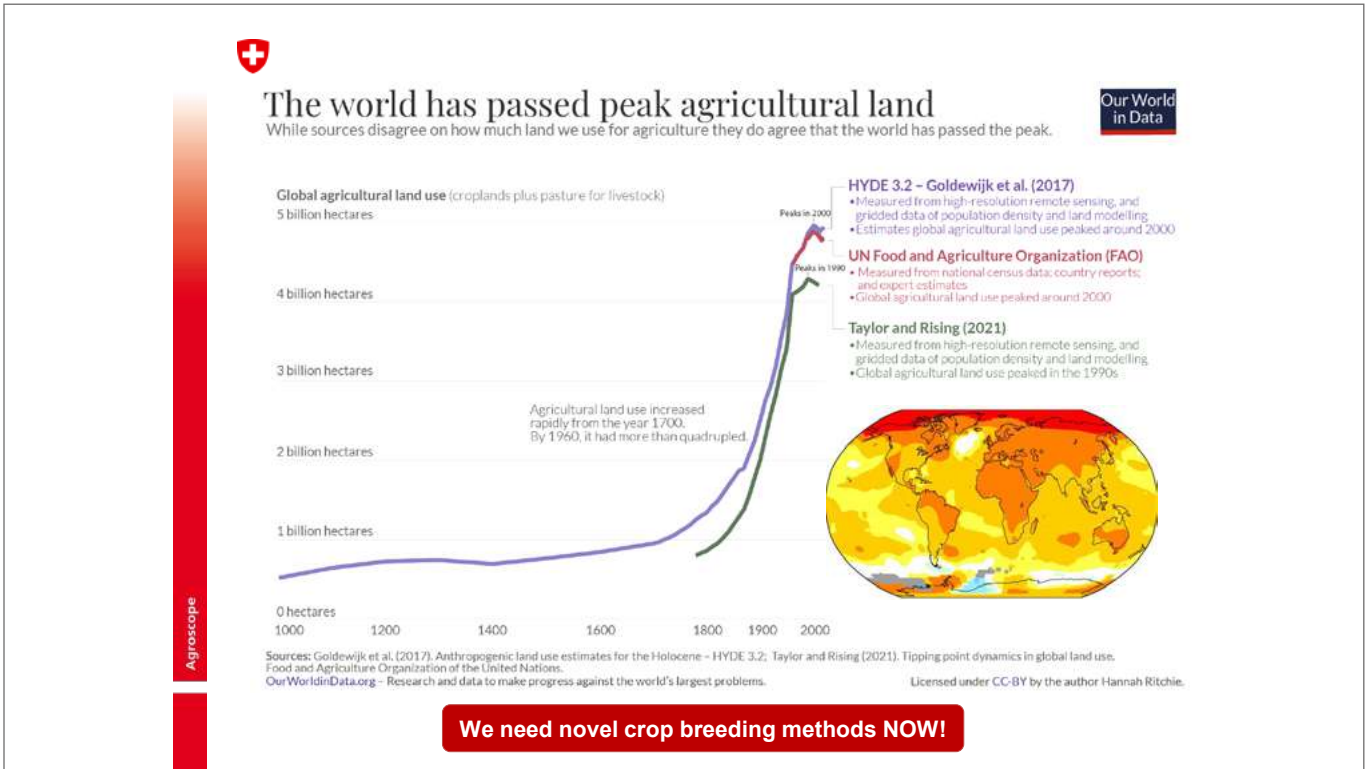
Using crop genome dynamics for stress adaptation

and the challenges in breeding innovation Europe

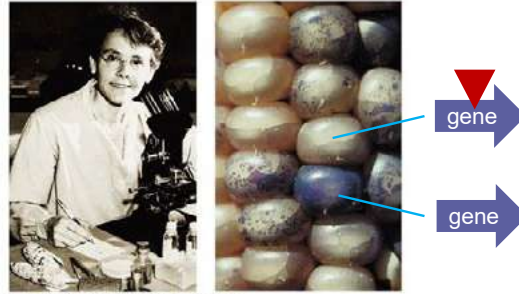
Etienne Bucher
Crop Genome Dynamics Group
Agroscope, Switzerland

Agroscope

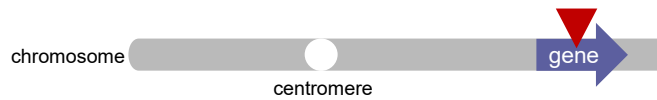




Transposable elements

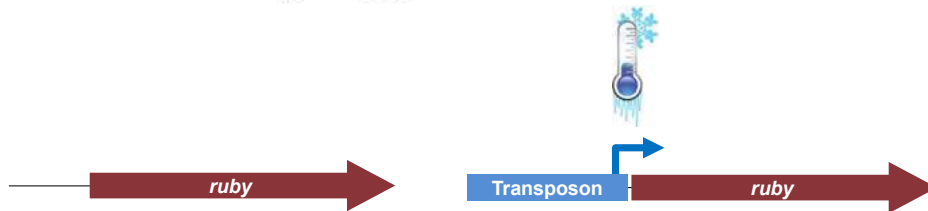
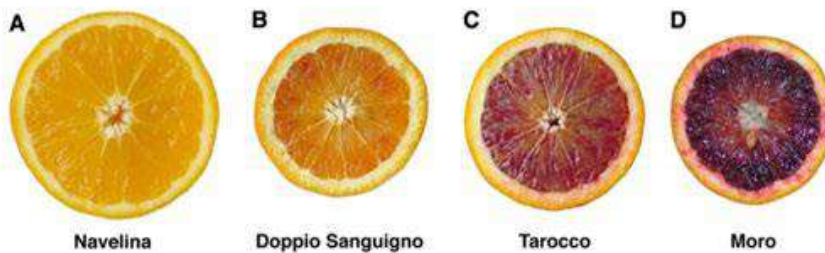


Barbara McClintock, Nobel Prize 1983



Agroscope

Crop traits influenced by transposons

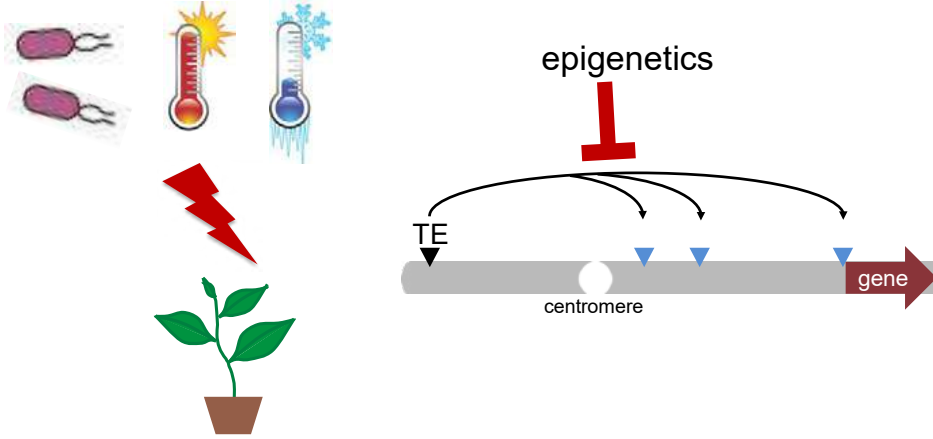


Transposable elements create a link between the environment and the genome

Butelli, E. et al. Plant Cell 24
Walker, A.R. et al. Plant J 49

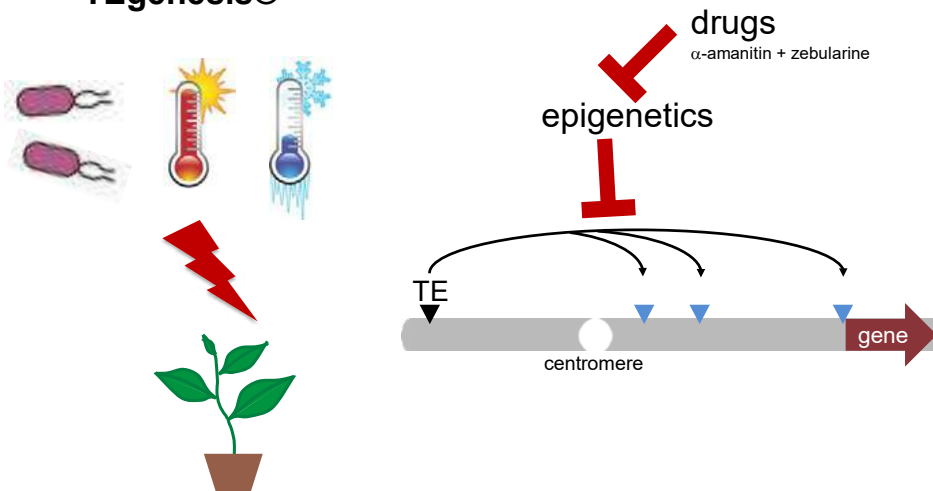
Agroscope

Stresses can mobilize transposable elements



Agroscope

We can mobilize transposable elements with TEgenesis®



Agroscope

TEs could be a powerful tool to adapt plants to different stresses

Disclaimer: I am member of the board of epibreed AG

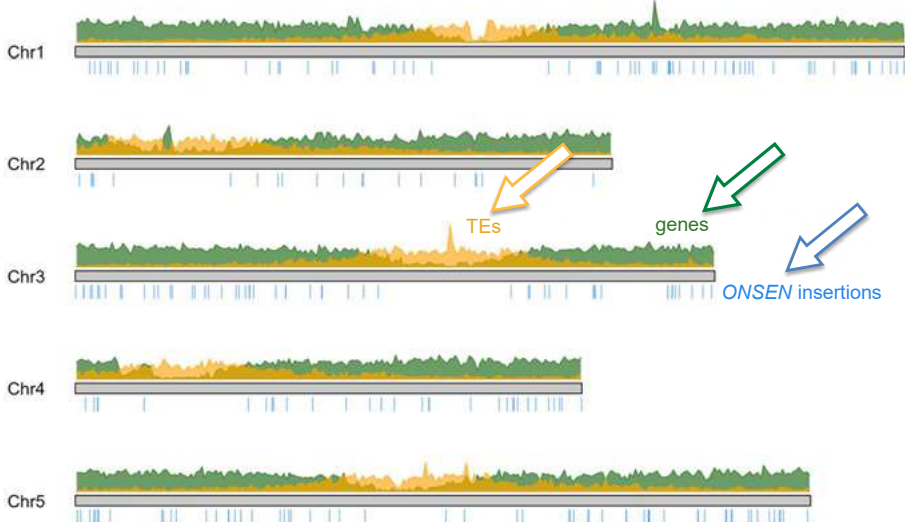


Novel *ONSEN* transposable element insertions cause diverse phenotypes



Thieme, M. et al Genome Biol; 2017;18: 134.

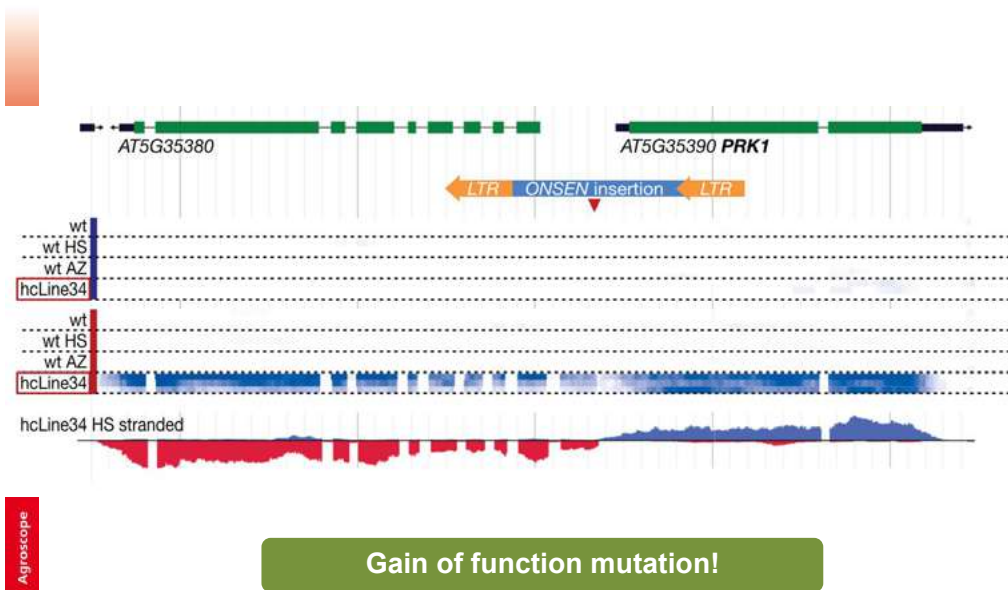
***ONSEN* integrates in gene-rich regions**



278 novel *ONSEN* insertions identified

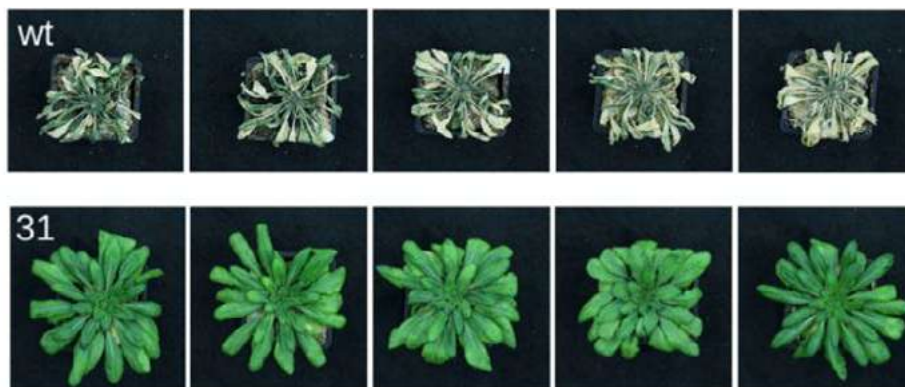
Roquis, D. et al., (2021). Nucleic Acids Res 49

Gain of heat stress responsiveness by *ONSEN*



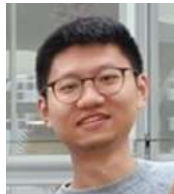
Roquis, D. et al., (2021). *Nucleic Acids Res* 49

Gain of drought tolerance thanks to *ONSEN*



Thieme, M. et al., (2022). *New Phytologist*

TE mobilization in rice and wheat



Haoran Peng



Marta Robertson



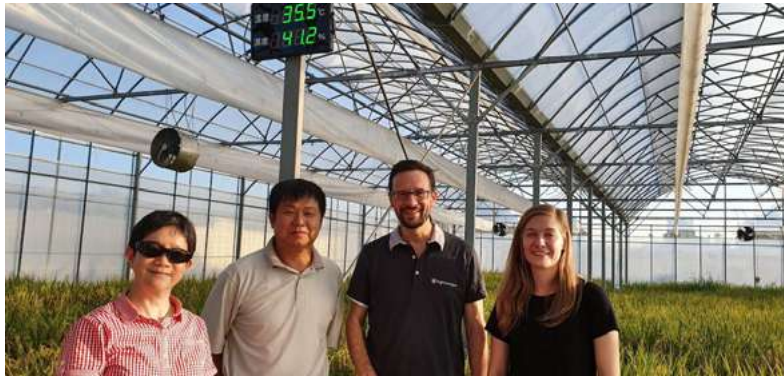
Mahnaz Katouzi



TE mobilization in rice: Going to the fields



TE mobilization in rice: heat stress



Thousands of transposon lines grown under heat stress, drought and control conditions

Agroscope



Some phenotypes I



Agroscope



Some phenotypes II

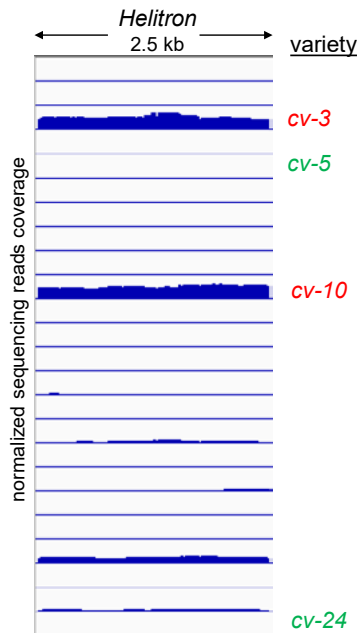


Flag leaf

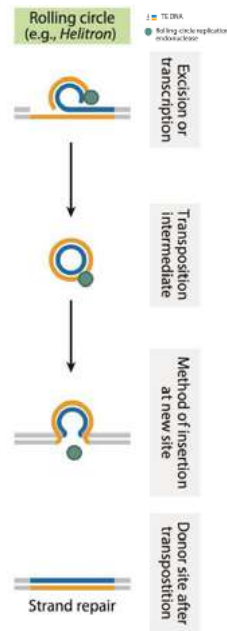


Agroscope

TE mobilization in wheat



24 stressed wheat varieties (heat with epigenetic drugs)



Wells et al., 2020

Agroscope

TE-induced phenotypic diversity in wheat



Ar_XZH_25

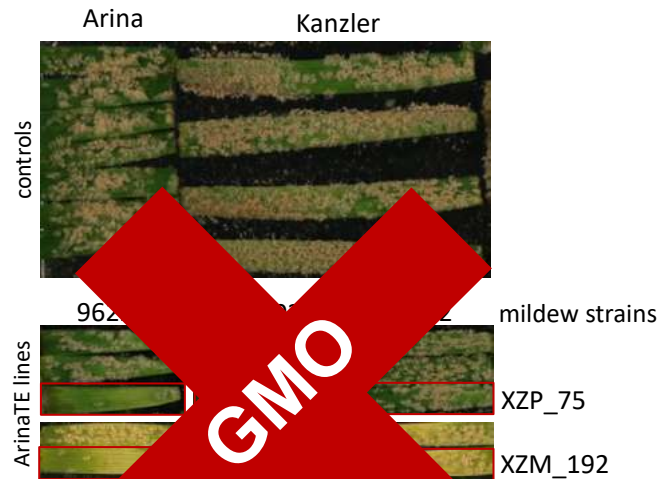


Ar_XZM_54

Agroscope

Induced pathogen resistance in wheat?

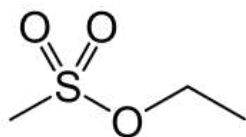
powdery mildew infection tests



Collaboration with Prof. Sánchez Martín and Victoria Widrig
Department of Plant and Microbial Biology, University of Zürich

Agroscope

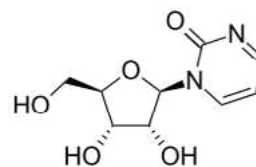
+ Innovation in crop breeding is forbidden in CH and EU



Ethyl methanesulfonate

strong mutagen

✓ safe!



epigenetic drugs

weak mutagen

X dangerous!

“no history of safe use”

=GMO

The weaker the mutagen, the tougher the regulation

+ Summary and outlook



Epigenetic drug treatments induce phenotypic diversity



We have detected novel TE insertions in rice



We have mobilized a TE in wheat



In Europe: Innovations cannot reach the farmers

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope



Former Members:
Marta Robertson
Michael Thieme

Funding:



Collaborations

Marie Mirouze



Roman Ulm
UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

Javier Sanchez



Yue-ie Caroline Hsing



Magdalena Julkowska



Jean Masson



Dario Fossati

Agroscope

SMARTRICE®:

UN ARROZ PRODUCIDO CON MÉTODOS MÁS SOSTENIBLES QUE REDUCEN EL USO DE RECURSOS AGRÍCOLAS Y AUMENTAN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO CON MIRAS A ABASTECER EL CRECIENTE APETITO MUNDIAL

Dr. José Ré

Vicepresidente de Desarrollo Mundial de Nuevos Productos, Rice Tech USA (Estados Unidos de América)

Los esfuerzos para el fitomejoramiento del arroz por parte de RiceTec iniciaron hace más de 30 años. La tecnología del arroz híbrido, que recién comenzaba a desarrollarse en China por ese entonces, obtuvo la licencia y se introdujo en los Estados Unidos para dar inicio a un programa de fitomejoramiento híbrido del arroz. La genética desarrollada en China para los híbridos adaptada para el trasplante y el cultivo de manual necesitó adaptarse al cultivo mecanizado del arroz utilizado en los EE. UU. Se iniciaron programas de mejoramiento focalizado con el objetivo de aumentar la biomasa radicular, que es importante para prevenir el acame según prácticas de siembra directa. Otras ventajas de las masas radiculares más grandes incluyen una mejor exploración del perfil de suelo, mayor eficacia en el acceso de nutrientes del suelo y agua. La resistencia a las enfermedades y un mayor rendimiento de grano también se fortalecieron durante las sucesivas generaciones de fitomejoramiento. Los mejoramientos en la arquitectura vegetal, la selección de materiales más adaptados a prácticas de riego eficientes en el uso de agua y la identificación de híbridos mejorados que emiten una menor cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) por unidad de producto llevan al diseño de SmartRice®, un sistema más sostenible para producir arroz. El sistema, verificado por terceros, tiene grandes ventajas medioambientales, como una reducción de más del 50 % en la utilización del agua para riego, una reducción de más del 50 % en la emisión de GEI y el potencial para alimentar a un 20 % más de personas por unidad de tierra. Este sistema de producción de arroz más sostenible también repercute favorablemente en aspectos medioambientales, como la vida silvestre, los refugios de aves y polinizadores, la calidad del agua y la salud del suelo. El sistema da como resultado un producto de arroz trazable que está disponible por medio de proveedores en línea y pronto estará disponible en los supermercados de los EE. UU. En la India, el concepto de SmartRice® se acopló con FullPage®, una solución de cultivo de arroz con tolerancia a herbicidas (HT), para crear un potente sistema listo para impulsar una transformación revolucionaria en la forma de cultivar arroz en la India. Este sistema de siembra directa HT beneficia a los productores al ahorrar costos de trasplante y riego, aumentar el rendimiento del grano y proporcionar una herramienta fiable para la gestión de las malas hierbas. La adopción del sistema SmartRice®+FullPage® contribuye con beneficios adicionales, como la reducción de las emisiones de GEI, en comparación con el arroz trasplantado (TPR); la reducción de las emisiones de GEI podría suponer ingresos adicionales para los agricultores a través de la generación de créditos de carbono.

En el caso de compañías de fitomejoramiento pequeñas o medianas como RiceTec, el círculo virtuoso continuado de la inversión en investigación y de la generación de innovación solo es posible cuando se aplican políticas estrictas de PI. No deberíamos permitir que, quienes se aprovechan de interpretaciones erróneas de conceptos fundamentales de protección de la PI como las variedades esencialmente derivadas (VED), nos arrebaten los más de 30 años que hemos invertido en desarrollar los productos de los que hoy disfruta la sociedad, productos que ayudan a mitigar el cambio climático y adaptarse a él. Mediante la revisión en curso de las notas explicativas sobre variedades esencialmente derivadas en virtud del Acta de 1991 del Convenio de la UPOV, la UPOV tiene la oportunidad de seguir promoviendo sistemas de PI que sean justos y que promuevan la inversión en innovación en beneficio de la sociedad y del planeta.

Vortrag auf dem Seminar

Seminar on the role of plant breeding and plant variety protection in enabling agriculture to mitigate and adapt to climate change

UPOV

International Union for the Protection of New Varieties of Plants

SmartRice[®]: a rice product grown using more sustainable methods to reduce the use of agricultural resources and provide more rice to meet the growing worldwide appetite

*Dr. José Ré, Vice President, Global New Products Development
RiceTec USA, United States of America*

Wednesday, October 12, 2022



Our rice breeding journey started about 30 years ago



Transplanted Hybrid Rice → Direct Seeding Hybrid Rice



We focused breeding to increase root biomass

unimproved hybrid rice



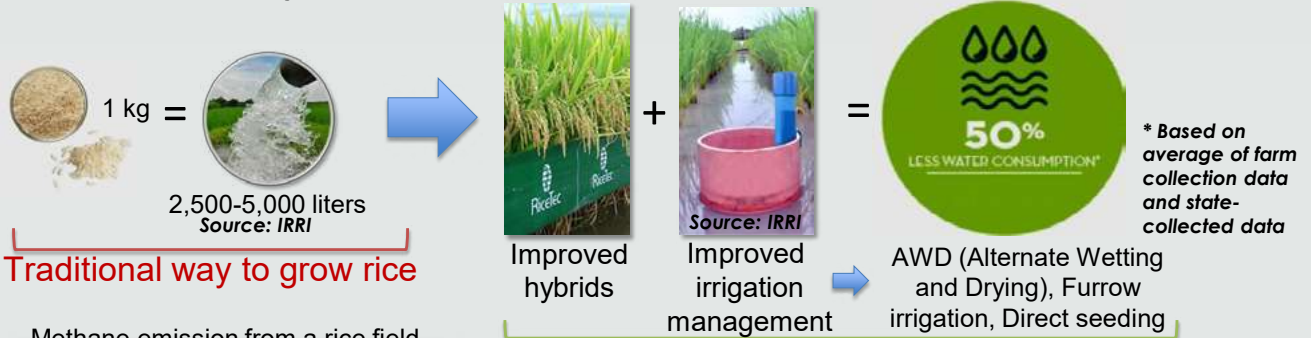
improved hybrid rice adapted to direct seeding and water-saving management practices



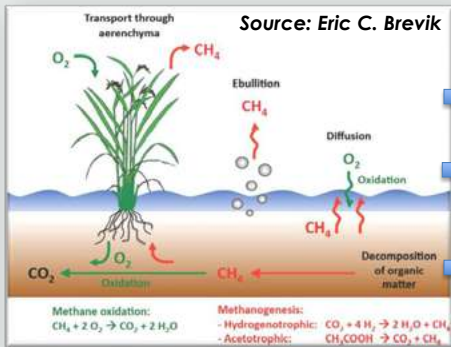
We bred disease resistance traits and high grain yield



We bred hybrids with lower environmental footprint



Methane emission from a rice field



- AWD can reduce methane emissions in rice cultivation by an average of 48% over continuous flooding **Source: IIRI**
- AWD reduces global warming potential by 43% **Sanchis et al. 2012**
- Improved rice hybrids emit 29% fewer greenhouse gases per unit of output **Nalley et al. 2014**

SmartRice®



SMART RICE



**GOOD FOR YOU.
GOOD FOR THE EARTH.**

- The first sustainable rice with strong environmental claims
 - >50% water use reduction
 - >50% GHG reduction
 - 20% more people potential to feed per land unit
 - Third-party verification (SCS)
- Whole farm approach to conservation
 - Wildlife-bird-pollinator refuges; water quality, soil health
- Complete transparency and traceability
 - Consumers can follow from field to store





+






Smart Farmer - Convenience and higher profitability



Profitability
Higher Productivity & Cost Reduction




Convenience
Reduce Labor Dependence




Sustainable
Reduction Water, Fuel Usage & GHG






+




significant incremental value over Transplanted (TPR) and Direct Seeded Rice (DSR)

Benefits of SmartRice® and FullPage® Technology
Figures are examples of potential incremental value




| Technology | Incremental Value |
|------------|-------------------|
| TPR | Baseline |
| DSR | \$54 |
| FullPage | \$82 |

Intangible Benefits: Peace of Mind




1. Reduce labour dependency
2. Wear and tear of machinery
3. Convenience
4. Time saving

TPR




Higher methane and CO₂ emission

SmartRice® + FullPage®




Reduce ~35% emission, may lead to carbon credit opportunities



Incremental Value

1. Saving from transplanting cost
2. Effective weed management
3. Save irrigation cost
4. Yield gain



We are a medium-size, privately own, rice breeding company

- We reinvest about 15% of revenue on research, development, innovation, and genetic improvement of rice and we rely 100% on our earnings to continue innovating. **SOCIAL RESPONSIBILITY**
- Our investors, plant breeders, and product developers must have the opportunity to earn competitive returns on the investments in new seed products which benefit our planet, our health, and our food. **FAIRNESS**
- Strong IP policies makes this possible. **ENABLING ENVIRONMENT**
- Currently, there are attempts to weaken UPOV 91 Act by weakening the fundamental EDV concept, that if successful will deeply affect the ability of companies like us to continue bringing innovations to market.



PREGUNTAS

NGWEDIAGI, Patrick (Sr.), presidente del Comité Administrativo y Jurídico de la UPOV (moderador)

Le damos la bienvenida a cada participante. Si tienen preguntas, levanten la mano con la función que encuentran allí y les permitiremos hacer una pregunta.

HUERTA, Yolanda (Sra.), consejera jurídica y directora de Formación y Asistencia de la UPOV

Patrick, hay una pregunta de Päivi de la Comisión Europea, la Sra. Päivi Mannerkorpi.

NGWEDIAGI, Patrick (Sr.), presidente del Comité Administrativo y Jurídico de la UPOV (moderador)

Bien. Adelante, por favor. Pregunte.

MANNERKORPI Päivi (Sra.), Jefa de equipo - Material de reproducción vegetal, Unidad G1 Salud Vegetal, Dirección General de Sanidad y Seguridad Alimentaria (DG SANTE), Comisión Europea, Bruselas (Bélgica)

Gracias. Solo quería hacer un pequeño comentario, ya que el Sr. Etienne Bucher de Suiza mencionó a la Comisión Europea. Está claro que la legislación vigente de la UE no es apta para las técnicas genómicas nuevas y es por eso que la Comisión y los Estados miembros están colaborando en un proyecto para encontrar leyes más proporcionales y aptas para las técnicas genómicas nuevas.

Usted mencionó que no era posible realizar pruebas de campo con la legislación vigente de OMG, pero hay normas para liberarlas en el medio ambiente y solo hay que conseguir la autorización de acuerdo con la denominada aprobación del Anexo B de la Directiva 2001/18/CE: La autoridad nacional se hace responsable de tomar la decisión sobre la liberación basándose en una evaluación del riesgo para el medio ambiente y una evaluación de los riesgos para la salud según las normas de la Parte B de la Directiva 2001/18/CE - Liberación intencional de OMG con cualquier otro propósito distinto del de su comercialización. Entonces, sí es posible realizar pruebas de campo con fines de investigación. Gracias.

NGWEDIAGI, Patrick (Sr.), presidente del Comité Administrativo y Jurídico de la UPOV (moderador)

Gracias, Päivi. ¿Tiene algo para decir sobre lo que acaba de comentar Päivi? Eso es para Etienne.

BUCHER Etienne (Sr.), jefe del grupo de investigación “Dinámica del genoma de las plantas”, Agroscope (Suiza) (orador)

Sí. Muchas gracias por este comentario. Tiene razón. En principio, está permitido realizar pruebas de campo pero, en realidad, las normas cambiaron durante mi proyecto de la Unión Europea (UE), entonces, de un momento a otro se prohibió: ya no teníamos permitido ir inmediatamente al campo con ellos y luego solicitar pruebas por un año. Y, en ese momento, el proyecto ya había terminado. Entonces, realmente no nos permitía avanzar. También afecta la investigación básica. Creo que ese era el mensaje importante que quise transmitir, que también ralentiza la investigación.

Es cierto que, en principio, podemos realizar pruebas de campo, pero es un proceso muy complejo. Gracias.

CARACTERIZACIÓN DE LA FENOLOGÍA FLORAL DE LAS VARIEDADES DE LA COLECCIÓN MUNDIAL DE OLIVO EN MARRUECOS: HACIA LA SELECCIÓN DE VARIEDADES ADAPTADAS AL CAMBIO CLIMÁTICO

Sra. Hayat Zaher

Investigadora del CRRRA de Marrakech, Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas (INRA) (Marruecos)¹

RESUMEN

Un total de 331 variedades cultivadas de olivo de la colección mundial de olivo de Marrakech (WOGBM) se caracterizaron según la escala Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt, Chemische Industrie (BBCH). Los estadios fenológicos relacionados con la emergencia de la inflorescencia del olivo y la floración se registraron durante seis años, de 2014 a 2019, en toda la WOGBM. El objetivo de este estudio es evaluar la variación interanual en la época de floración y el período de floración. Utilizamos datos fenológicos de seis años de 331 variedades cultivadas para clasificar las variedades cultivadas mediterráneas de olivo en tres grupos según sus días julianos correspondientes, a partir del 1 de enero de cada año (día del año). Se detectó una correlación positiva significativa entre todos los estadios de floración. El análisis de la varianza mostró efectos de la variedad cultivada y del año en todos los estadios de floración. En un análisis jerárquico de agrupación de las variedades cultivadas según el método se observaron tres grupos: los grupos de floración temprana, intermedia y tardía. El estadio 51 es un estadio clave de la fenología floral del olivo, su observación temprana se correlaciona con un largo período de floración. Observamos una correlación entre un período de floración corto y el aumento de la temperatura expresado por la suma de grados-día. En los países del sur del Mediterráneo, recomendamos la selección de variedades con bajo requerimiento de frío (estadio temprano 51 para una mejor adaptación a las condiciones xéricas durante el período estival). Dado que la selección de variedades cultivadas adaptadas se basa en el calentamiento global, nuevas investigaciones deberían validar nuestra clasificación de los recursos genéticos mediterráneos del olivo y validar el enfoque estadístico mediante el experimental.

PALABRAS CLAVE: olivo, floración, fenología, escala BBCH, colección mundial, Marrakech, requerimiento de frío, selección

Coautores : **Omar Abou-Saaid**,^{1,2,3} **Adnane El Yaacoubi**,⁴ **Abdelmajid Moukhli**,¹ **Ahmed El Bakkali**,⁵ **Sara Oulbi**,¹ **Cherkaoui El Modafar**³ and **Bouchaib Khadari**^{2,7}

¹ INRA, UR Amélioration des Plantes, Marrakech, Morocco

² AGAP Institut, Université de Montpellier, CIRAD, INRA, Institut Agro, Montpellier, France

³ Université Cadi Ayyad, Laboratoire Biotechnologie et Bio-ingénierie Moléculaire, FST Guéliz, Marrakech, Morocco

⁴ Université Sultan Moulay Slimane, École supérieur de technologie, Khenifra, Morocco

⁵ INRA, UR Amélioration des Plantes et Conservation des Ressources Phytogénétiques, Meknès, Morocco

⁶ CBNMed, AGAP Institute, Montpellier, France

INTRODUCCIÓN

El olivo (*Olea europaea* L.) es uno de los frutales cultivados más antiguos de la cuenca mediterránea. Las evidencias de prácticas de cultivo por morfometría desde el Neolítico y la Edad del Bronce se adelantaron tanto en la cuenca occidental como en la oriental del Mediterráneo especialmente (Terral y *al.* 2004). La producción mundial de olivas en 2013 fue de unos 22 039 millones de toneladas, con un 67,31 % en la Unión Europea (FAOSTAT 2016).

La floración del olivo es un proceso muy complejo, que depende de varios factores (frío, fotoperíodo, temperatura, variaciones hormonales, elementos fertilizantes y compuestos de carbohidratos, cantidades en los tejidos, etc.) y se caracteriza por dos fases fisiológicas distintas: a) iniciación del brote y b) desarrollo del brote floral (Bernier 1988). Lavee (1996) y Fabbri y Benelli (2000) defendieron el modelo con dos procesos biológicos sucesivos: la inducción de brotes florales y la diferenciación en olivo. En el primer paso, durante la primavera-verano, se simulan probables brotes florales para evitar su diferenciación en brotes foliares. En el segundo paso, durante el otoño-invierno, y en condiciones más favorables, los brotes candidatos se simulan de nuevo para formar la estructura floral. La inducción floral se produce en febrero y marzo, aproximadamente dos meses antes de la floración (Hartmann 1951; Monselise y Goldschmidt 1982; Fabbri y Alerci 1999).

Los estudios climáticos demuestran que los inviernos son cálidos y que se reduce la acumulación de frío invernal. Los brotes florales del olivo necesitan frío en invierno para abrirse correctamente, pero la influencia del frío en la inducción y diferenciación de los brotes florales sigue siendo cuestionada. Los autores han considerado de forma diferente el tiempo de requerimiento de frío (Hartman 1951; Lavee 1996; Fabbri y Benelli 2000). La ruptura de la dormancia de los brotes requiere una cierta cantidad de frío, pero una vez que se ha roto la dormancia, las temperaturas templadas aceleran la ruptura de los brotes. A pesar de la compleja acción del frío y la temperatura diurna, la época de floración, que incluye la fecha de plena floración y la duración de la floración, han demostrado ser bioindicadores fiables de las variaciones climáticas (García-Mozo *et al.* 2009).

Durante el período de floración y cuajado, las necesidades de agua y fertilizantes son mayores. Es probable que la intensidad de la floración del olivo se vea afectada por la disponibilidad de N, P y K (nitrógeno, fósforo y potasio) (Erel y *al.* 2008). Bustan *et al.* (2011) demostró variaciones en las concentraciones de compuestos de carbohidratos en diferentes tejidos del árbol durante el período de floración y cuajado: las concentraciones de almidón, manitol y sacarosa aumentaron de diciembre a marzo en todos los tejidos, y luego disminuyeron junto con el desarrollo de la floración y el cuajado.

Las épocas de inducción de los brotes florales y de floración son importantes para i) el cuajado y la productividad; ii) la alternancia (Ben Sadok y *al.* 2013; Mert *et al.* 2013); iii) las probabilidades de apareamiento de dos olivos (Weis y Kossler 2004); iv) la adaptación a la sequía; v) la evolución y la estructura genética de la población, como el flujo de genes entre individuos (Hendry y Day 2005).

Los estudios sobre el cambio evolutivo de la época de floración han recibido una atención considerable en función del actual cambio climático global (Van Dijk 2009). La variación climática en curso puede afectar la época de floración de los olivos y la dinámica ecológica. De hecho, la época de floración es un rasgo adaptativo clave en las plantas y está condicionada por la interacción de genes y factores ambientales, como el fotoperíodo, la temperatura y el requerimiento de frío (Nelson *et al.* 2014). Las sequías y otros cambios previstos en las precipitaciones y la temperatura invernal pueden ser factores especialmente importantes en las regiones áridas (Franks *et al.* 2007). En las zonas mediterráneas áridas, es probable que la floración temprana esté relacionada con variedades con bajo requerimiento de frío. Tales variedades podrían adaptarse a condiciones de sequía porque son capaces de escapar de la sequía en un estadio sensible del período de floración.

En el presente trabajo, hemos investigado la época de floración durante seis años (2014-2019) de 331 variedades cultivadas de olivo en la WOGBM mediante la escala BBCH (Meier 1997; Sanz-Cortés *et al.* 2002) con el fin de i) clasificar las variedades de la colección WOGBM en función de la época de floración para seleccionar variedades cultivadas adaptadas al cambio climático, y ii) evaluar la variación interanual de la época de floración.

MATERIAL Y MÉTODOS

Localización y material vegetal

El estudio se llevó a cabo en olivos de 331 variedades cultivadas de la WOGBM en la estación experimental de Tassaout del Instituto Nacional de Investigación Agronómica de Marrakech, a unos 65 km de Marrakech (latitud 32° 03 N, longitud 7° 24 O y 465 m de altitud). Los olivos se cultivaron en condiciones pedoclimáticas similares y recibieron las mismas prácticas de gestión del cultivo.

Observaciones de la floración

Se realizaron observaciones fenológicas en el campo para determinar el momento de los principales estadios de floración. Las observaciones se registraron mediante la escala internacional normalizada BBCH para datos de floración del olivo (Meier 1997; Sans-Cortés et al. 2002) de 331 variedades cultivadas de *Olea europaea* (L.) de la colección WOGB. Cada variedad cultivada está representada por al menos tres árboles. Los datos se registraron durante seis años, 2014-2019, en toda la WOGBM. Las observaciones se realizaron cada dos o tres días desde el 1 de febrero hasta el final del período de floración para determinar la fecha de los estadios de emergencia de la inflorescencia (estadios 51 a 59) y de floración (estadios 61, 65 y 69) según la escala BBCH para el olivo (Meier 2001). Los datos fenológicos se han convertido según sus días julianos correspondientes en términos de “día del año”, a partir del 1 de enero de cada año.

Análisis estadístico

Se realizaron análisis estadísticos descriptivos (valores mínimos, máximos y medios) y de coeficiente de variación para todos los estadios de floración observados a lo largo de los seis años comprendidos entre 2014 y 2019. Se realizaron análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Turquía para todos los estadios de floración con el fin de probar la importancia de la varianza entre genotipos y entre los seis años. Todos los análisis estadísticos de datos se ejecutaron en el entorno de programación R (R Development Core and Team 2021; versión R 3.6.3).

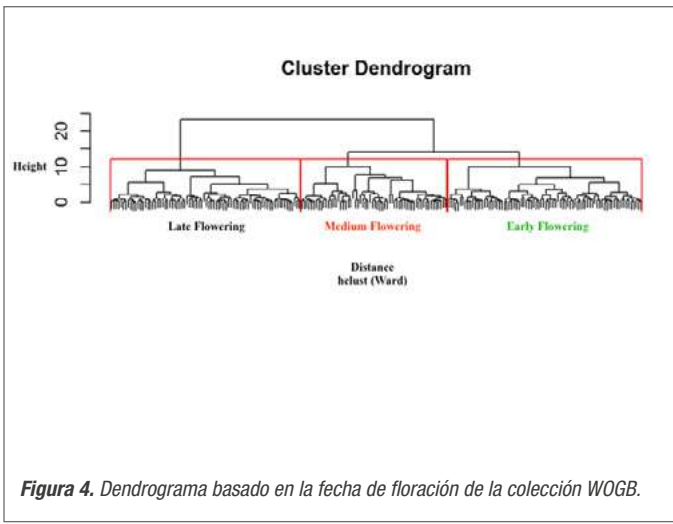
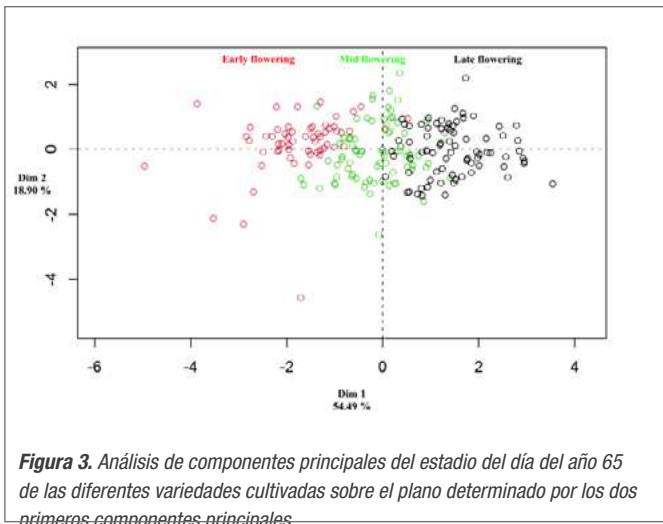
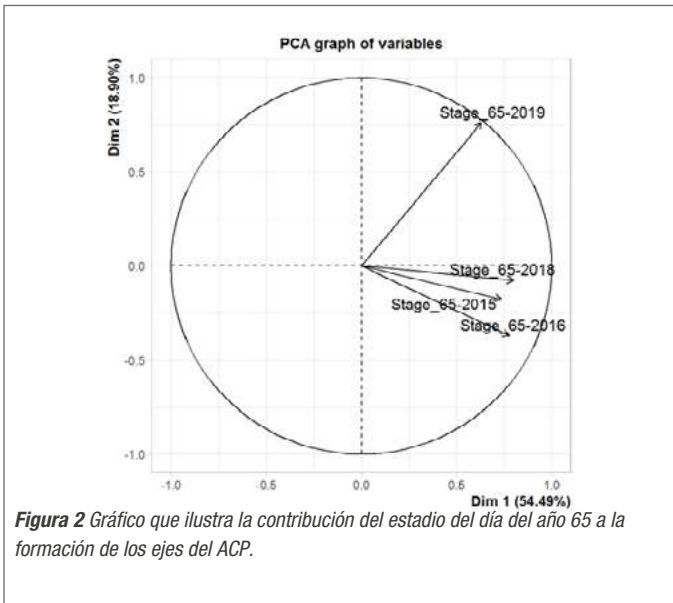
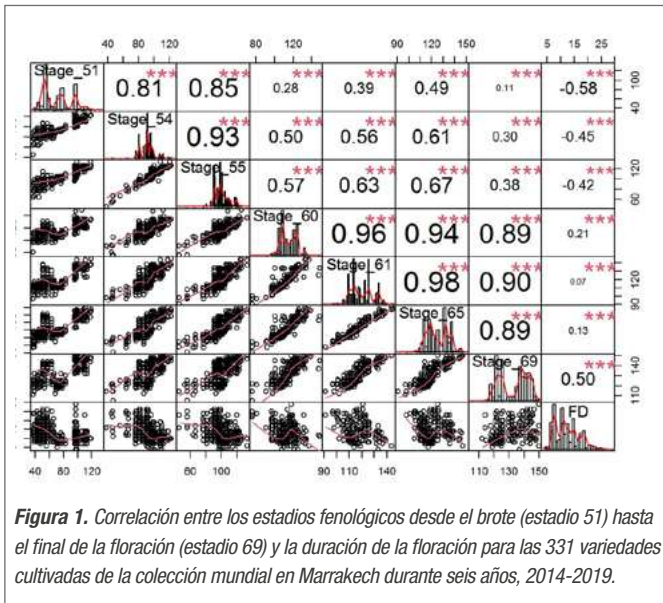
RESULTADOS

Análisis de varianza (ANOVA) de WOGBM

El análisis de varianza mostró un importante efecto significativo del año, seguido de la variedad cultivada, así como el efecto de la interacción en la fecha de plena floración. Las fechas de plena floración de las variedades cultivadas de olivo oscilaron a lo largo de los años entre el día del año 91 (1 de abril) en 2019 y el día del año 150 (30 de mayo) en 2016.

Correlaciones entre estadios fenológicos

Las correlaciones entre los estadios fenológicos registrados (como los días julianos de todos los árboles por variedad cultivada) desde el brote (estadio 51) hasta el final de la floración (estadio 69) y la duración de la floración en las 331 variedades cultivadas de la colección mundial de Marrakech de 2014 a 2019 se investigaron mediante análisis de correlación de Pearson (Figura 1). Se observó una correlación significativa dentro de los estadios de emergencia de la inflorescencia (estadios 51, 54 y 55), y los estadios de floración (estadios 60, 61, 65 y 69), con valores que oscilan para los estadios de emergencia entre 0,81 y 0,93 respectivamente, y para los estadios de floración entre 0,90 y 0,98 respectivamente. No obstante, el estadio de brotación 51 está significativamente correlacionado de forma negativa con la duración de la floración, medida como la diferencia en el día del año entre el inicio de la floración (estadio 61) y el final de la floración (estadio 69). Se observó una correlación negativa importante entre la duración de la floración y los estadios de emergencia de la inflorescencia (el valor de la correlación osciló entre -0,42 y -0,58). Se observó una correlación baja entre el estadio 51 y los estadios de floración (la correlación de Pearson osciló entre 0,11 y 0,49). Curiosamente, la época de floración (estadio 65) está significativamente correlacionada con todos los estadios fenológicos, incluidos los relacionados con la emergencia de la inflorescencia.



Análisis de componentes principales (ACP)

El ACP se realizó para comparar los diferentes estadios de floración y el período de floración de 331 variedades cultivadas de la OWGBM. Los dos primeros componentes principales (CP1 y CP2) explicaron el 54,49 y el 18,90, respectivamente, de la varianza total.

El primer componente se asoció principalmente de forma positiva a los días julianos correspondientes al estadio 65 observados en 2015, 2016 y 2018, lo que supone una contribución importante; mientras que el segundo componente se asoció negativamente a estas variables y positivamente al estadio 65 observado en 2019 (Figura 2).

Análisis de componentes principales (ACP) de la variabilidad fenotípica observada en la colección OWGBM

La Figura 3 muestra una proyección de las diferentes variedades cultivadas sobre el plano determinado por los dos primeros componentes principales. Los factores CP1 y CP2 explican el 54,49 % y el 18 90 % (respectivamente) de la varianza total. Esta figura muestra una elevada variabilidad genética.

Análisis jerárquico de agrupación

La agrupación de las variedades cultivadas según el método de Ward (Figura 4) mostró tres grandes grupos de fecha de floración: los grupos de floración temprana, media y tardía, con fechas julianas medias correspondientes a fechas de floración de 119 (29 de abril), 123 (3 de mayo), 125 (5 de mayo), respectivamente.

Siguiendo la primera clasificación de las 331 variedades cultivadas estudiadas según sus fechas de floración completa, los tres grupos están representados por:

- floración temprana: Arbequina, Bouteillan, Coratina, Bouchouika, Lucques, Meslala;
- floración media: Picholine marocaine, Picholine de Languedoc, Picual, Frantoio, Gordal Sevillana, Chemchali;
- floración tardía: Leccino, Ottobratica, Maurino, Chetoui, Bosana, Ascolana tenera.

DISCUSIÓN

El ciclo reproductivo del olivo se caracteriza por la formación de brotes durante el verano anterior, la dormancia durante el período frío, la brotación a finales del invierno y el desarrollo de la estructura floral desde la brotación hasta la floración en primavera. La temperatura y las precipitaciones tienen un impacto importante en el desarrollo vegetativo y especialmente en la floración (Cenci *et al.* 1997; Aguilera y Ruiz Valenzuela, 2009). La inducción floral de los brotes es una fase destacable, ya que puede expresar gran parte de la variabilidad futura de la producción de flores, teniendo en cuenta que está directamente implicada en el proceso reproductivo (Rallo y Martín 1991). La inducción floral del olivo puede ocurrir en enero-febrero, aproximadamente dos meses antes del período de floración completa, o antes en verano e invierno, dependiendo de la acumulación de frío (Hartmann 1951; Monselise y Goldschmidt 1982; Fabbri y Alerci 1999). Por lo tanto, aún se desconoce el período de inducción.

La influencia del clima en la fenología de las plantas representa un campo de investigación en continua evolución. Cada vez se estudia más desde el punto de vista del cambio climático, para considerar las posibles medidas de adaptación de las especies vegetales. De hecho, este interés es mayor en las zonas en las que las condiciones climáticas podrían obligar a una adaptación más rápida, como en el área mediterránea, que se espera que sufra efectos más fuertes en términos de cambio climático (Giorgi y Lionello 2008).

El cambio climático ya puede modificar la fenología de numerosas especies vegetales (Menzel *et al.* 2006). La fenología del olivo se ha señalado como un buen indicador del futuro cambio climático debido a su dependencia de la temperatura (requerimientos de frío y calor) y a su distribución geográfica en la zona de alto riesgo de calentamiento de la cuenca mediterránea (Osborne *et al.* 2000).

El olivo requiere frío durante los meses de invierno para inducir la floración, que termina con la brotación en primavera (Lavee 1996). Estos requerimientos de frío se cumplen con frecuencia en las zonas de clima mediterráneo. Pero hoy en día, los estudios sobre el efecto del cambio climático en la inducción de la floración del olivo, la intensidad de la floración y la fenología de la floración muestran que los requerimientos de frío del olivo no pueden satisfacerse para algunas variedades, especialmente en las zonas del sur del Mediterráneo.

Las bajas temperaturas y las abundantes precipitaciones durante los meses previos al período de floración son las variables meteorológicas que afectan a la producción de las flores y el polen de los olivos. Se reconoce que la temperatura es el principal determinante del momento de la brotación en los árboles de zonas templadas (Schwartz 2003). En el caso del olivo (*Olea europaea* L.), diferentes modelos fenológicos descritos en la bibliografía han revelado la temperatura como la mejor variable externa para predecir el momento de floración (Alcalá y Barranco 1992; Recio *et al.* 1997; Fornaciari *et al.* 1998; Osborne *et al.* 2000; Galán *et al.* 2005). Se observan diferencias varietales en la respuesta a la variación climática. Datos no publicados sobre la colección de 40 variedades de Menara de 1971 a 1976 mostraron una variación en la duración media del período de floración de entre 21 y 50 días. En cuanto a las variedades, las de ciclo de floración corto tienen períodos de floración de entre 8 y 26 días (como Cucco [13 días], Frantoio [14 días], Picholine Marocaine [16 días]). Las variedades con ciclo de floración largo tienen períodos de floración entre 17 y 21 días (como Picholine du Languedoc [23 días], Arbequina [19 días] y Blanqueta [18 días]).

Nuestras observaciones durante los años 2014 a 2019 mostraron que el estadio de brotación 51 está significativamente correlacionado de forma negativa con la duración de la floración medida como la diferencia entre el inicio de la floración (estadio 61) y el final de la floración (estadio 69). También se demostró el efecto del año, seguido de la variedad cultivada, así como el efecto de la interacción, sobre la fecha de plena floración de la WOGBM.

Los estudios climáticos demuestran que los inviernos son cálidos y que se reduce la acumulación de frío invernal sobre la intensidad de floración del olivo. Los brotes florales del olivo necesitan frío en invierno para abrirse correctamente. A pesar de la compleja acción del frío y de la temperatura en grados/día sobre la fenología del olivo, los períodos de floración del olivo y la duración de la floración han demostrado ser bioindicadores fiables de las variaciones climáticas (García-Mozo *et al.* 2009).

CONCLUSIÓN

Se encontró un amplio intervalo de variación en la WOGBM para todos los estadios fenológicos y el período de floración. El estadio 51 puede considerarse un estadio clave de la fenología floral del olivo. Su observación temprana se correlaciona con un largo período de floración.

Las variedades cultivadas con un estadio 51 tardío necesitan más tiempo para satisfacer sus requerimientos mínimos de frío y acumular más grados/días antes de alcanzar dicho estadio. En los países del sur del Mediterráneo, recomendamos una selección de variedades con bajo requerimiento de frío (estadio 51 temprano para una mejor adaptación a las condiciones xéricas durante el período estival).

De hecho, las sequías y otros cambios previstos en las precipitaciones y la temperatura invernal pueden ser factores especialmente importantes en las regiones áridas (Franks *et al.* 2007). En la zona mediterránea árida, las variedades de olivo de floración temprana (con bajos requerimientos de frío) pueden adaptarse a las condiciones de sequía porque pueden evitar la sequía en la etapa de floración. Durante los períodos de floración y cuajado del olivo, la demanda de agua, fertilizantes y carbohidratos es mayor (Erel *et al.* 2008; Bustan *et al.* 2011).

En cuanto a la base de selección de las variedades cultivadas adaptadas al calentamiento global, nuestra clasificación de los recursos genéticos mediterráneos del olivo debería ir seguida de nuevas investigaciones y así validar el enfoque estadístico mediante el experimental.

REFERENCIAS

- Aguilera, F. and Ruiz Valenzuela, L. (2009) Study of the floral phenology of *Olea europaea* L. in Jaén province (SE Spain) and its relation with pollen emission. *Aerobiologia* 25: 217–225.
- Aguilera, F., Ruiz-Valenzuela, L., Fornaciari, M., Romano, B., Galán, C., Oteros, J., Ben Dhiab, A., Msallem, M. and Orlandi, F. (2014) Heat accumulation period in the Mediterranean region: phenological response of the olive in different climate areas (Spain, Italy and Tunisia). *Int. J. Biometeorol.* 58: 867–876. doi: 10.1007/s00484-013-0666-7
- Alcalá, A. and Barranco, D. (1992) Prediction of flowering time in olive for the Cordoba olive collection. *Horticultural Science* 27 (1): 1205–1207.
- Ben Sadok, I., Celton, J.M., Essalouh, L., Zine El Aabidine, A. and Garcia, G. (2013) QTL mapping of flowering and fruiting traits in olive. *PLoS ONE* 8 (5): e62831. doi: 10.1371/journal.pone.0062831
- Bernier, G (1988). The Control of Floral Evocation and Morphogenesis. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, Vol. 39:175-219)
<https://doi.org/10.1146/annurev.pp.39.060188.001135>
- Bustan, A., Avni, A., Lavee, S., Zipori, I., Yeselson, Y., Schaffer, A.A., Riov, J. and Dag, A. (2011) Role of carbohydrate reserves in yield production of intensively cultivated oil olive (*Olea europaea* L.) trees. *Tree Physiology* 31: 519–530.
- Cenci, C.A., Pitzalis, M., and Lorenzetti, M.C. (1997) Forecasting Anthesis Dates of Wild Vegetation on the Basis of Thermal and Photothermal Indices, *Phenology in Seasonal Climates*, Leiden: Backhwys, vol. 1, pp. 33–104.
- Erez, A.; Fishman, S.; Linsley-Noakes, G.C.; Allan, P (1990). The dynamic model for rest completion in peach buds. *Acta Hort.*, 276, 165–174
- Erel, R., Dag, A., Ben-Gal, A., Schwartz, A. and Yermiyahu, U. (2008) Flowering and fruit set of olive trees in response to nitrogen, phosphorus, and potassium. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 133 (5): 639–647.
- Fab-bri, A. and Alerci, L. (1999) Reproductive and vegetative bud differentiation in *Olea europaea* L. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 74: 522–527.
- Fabbri, A. and Benelli, C. (2000) Flower bud induction and differentiation in olive. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 75: 31–141.
- FAOSTAT website. Accessed 22 April 2016. FAO statistical Database. <https://www.fao.org/statistics/fr/>
- Fornaciari, M., Pieroni, L., Ciuchi, P. and Romano, B. (1998) A regression model for the start of the pollen season in *Olea europaea*. *Grana* 37: 110–113.
- Franks. S.J., Sim. S. and Weis, A.E. (2007) Rapid evolution of flowering time by an annual plant in response to a climate fluctuation. *PNAS* 104 (4): 1278–1282.
- Galán, C., García-Mozo, H., Carinanos, P., Alcazar, P. and Domínguez, E. (2001) The role of temperature in the onset of the *Olea europaea* L. pollen season in south-western Spain. *Int. J. Biometeorol.* 45: 8–12.
- Galán, C., García-Mozo, H., Vázquez, L., Ruiz, L., Díaz de la Guardia, C. and Trigo, M.M. (2005) Heat requirement for the onset of the *Olea europaea* L. pollen season in several sites in Andalusia and the effect of the expected future climate change. *Int. J. Biometeorol.* 49: 184–188.
- García-Mozo, H., Orlandi, F., Galan, C., Fornaciari, M., Romano, B., Ruiz, L., Diaz de la Guardia, C., Trigo, M.M. and Chuine, I. (2009) Olive flowering phenology

- variation between different cultivars in Spain and Italy: modeling analysis. *Theor. Appl. Climatol.* 95: 385–395. doi: 10.1007/s00704-008-0016-6
- Giorgi, F. and Lionello, P. (2008) Climate change projections for the Mediterranean region. *Glob. Planet Chang.* 63 (2–3): 90–104.
- Hartmann, H.T. (1951) Time of floral differentiation of the olive in California. *Bot. Gaz.* 112: 323–327.
- Hendry, A.P. and Day, T. (2005) Population structure attributable to reproductive time: isolation by time and adaptation by time. *Molecular Ecology* 14: 901–916. doi: 10.1111/j.1365-294X.2005.02480.x
- Lavee, S. (1996) Biology and physiology of the olive. In IOOC (ed.) *World Olive Encyclopedia*. Madrid: International Olive Council, pp. 59–110.
- Meier, U. (2001) *Growth Stages of Mono and Dicotyledonous Plants*. BBCH Monograph, Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, Bonn.
- Meier, U. (1997) *Growth Stages of Plants, stades de développement des plantes*. Wien: Blackwell; Berlin: Wissenschafts-Verlag.
- Menzel, A., Tim, H., Sparks, T., Estrella, N., Koch, E., Aasa, A., Ahas, R., Alm-Kübler, K., Bissolli, P., Braslavská, O., Briede, A., Chmielewski, F.M., Crepinsek, Z., Curnel, Y., Ahl, Å., Defila, C., Donnelly, A., Filella, Y., et al. (2006) European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Global Change Biology* 12 (2006)10. - ISSN 1354-1013 - p. 1969 - 1976. Characterization of the flowering phenology of the varieties of the world olive tree collection in Morocco for the selection of genotypes adapted to climate change - Sra. Hayat Zaher
- Monselise, S.P. and Goldschmidt, E.E. (1982) Alternate bearing in fruit trees. *Horticultural Reviews* 4: 128–173.
- Nelson, M.N., Rajasekaran, R., Smith, A.B., Chen, S., Beeck, C.P., Siddique, K. and Cowling, W.A. (2014) Quantitative trait loci for thermal time to flowering and photoperiod responsiveness discovered in summer annual-type *Brassica napus* L. *PLoS ONE* 9 (7): 1–11.
- Osborne, C.P., Chuine, I., Viner, D. and Woodward, F.I. (2000) Olive phenology as a sensitive indicator of future climatic warming in the Mediterranean. *Plant Cell Environ.* 23: 701–710.
- Rallo, L. and Martin, G.C. (1991). The Role of Chilling in Releasing Olive Floral Buds from Dormancy. *J.Amer. Soc. Hort. Sci.* 116 (6), 1058–1062. DOI: <https://doi.org/10.21273/JASHS.116.6.1058>
- Recio, M., Cabezudo, B., Trigo, M.M. and Toro, F.J. (1997) Accumulative air temperature as a predicting parameter for daily airborne olive pollen (*Olea europaea* L.) during the prepeak period in Málaga (Western Mediterranean area). *Grana* 36 (1): 44–48.
- Sanz-Cortès, F., Martínez-Calvo, J., Badenes, M.L., Bleiholder, H., Hack, H., Llacer, G. and Meier, U. (2002) Phenological growth stages of olive trees (*Olea europea*). *Ann. Appl. Biol.* 140: 151–157.
- Schwartz, M.D. (ed.) (2003) *Phenology: An Integrative Environmental Science*. Dordrecht: Kluwer.
- Sokal, R.R. and Rohlf, F.J. (2000) *Biometry*. New York: Freeman and Co.
- Terral, J.-F., Alonso, N., Buxó Capdevila, R., Chatti, N., Fabre, L., Fiorentino, G., Marinval, P., Jorda, G.P., Pradat, B., Rovira, N. and Alibert, P. (2004) Historical biogeography of olive domestication (*Olea europaea* L.) as revealed by geometrical morphometry applied to biological and archaeological material. *Journal of Biogeography* 31: 63–77.
- Van Dijk, H. (2009) Evolutionary change in flowering phenology in the iteroparous herb *Beta vulgaris* ssp. *maritima*: a search for the underlying mechanism. *Journal of Experimental Botany* 60 (11): 3143–3155.
- Weis, A.E. and Kossler, T.M. (2004) Genetic variation in flowering time induces phenological assortative mating: quantitative genetic methods applied to *brassica rapa*. *American Journal of Botany* 91 (6): 825–836.
- Zach, S. and Zust, A. (2006) European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Glob. Chang. Biol.* 12 (10): 1969–1976.

Vortrag auf dem Seminar



Characterization of the flowering phenology of the world olive collection varieties in Morocco: towards selection of adapted varieties to global

Hayat ZAHER¹, Omar ABOU-SAAID^{1,2,3}, Adnane El YAACOUBI⁴, Abdelmajid MOUKHLI¹, Ahmed El BAKKALI⁵, Sara OULBI¹, Cherkaoui EL MODAFAR³ & Bouchaib KHADARI^{2,7}

¹ INRA, UR Amélioration des Plantes, Marrakech, Morocco

² AGAP Institut, Université de Montpellier, CIRAD, INRA, Institut Agro, Montpellier, France

³ Université Cadi Ayyad, Laboratoire Biotechnologie et Bio-ingénierie Moléculaire, FST Guéliz, Marrakech, Morocco

⁴ Université Sultan Moulay Slimane, École supérieur de technologie, Khenifra, Morocco

⁵ INRA, UR Amélioration des Plantes et Conservation des Ressources Phytogénétiques, Meknès, Morocco

⁶ Conservatoire Botanique National Méditerranéen de Porquerolles (CBNMed), Hyères, France

⁷ CBNMed, ACAP Institute, Montpellier, France

1

INTRODUCTION

The olive tree constitutes a remarkable species by its biological and ecological characteristics widely cultivated in many regions of the world, particularly in the Mediterranean area





However, this crop is faced to climatic constraints in the current context of global warming, perturbing its biological, physiological and phenological development

2

INTRODUCTION


Air temperature, uncontrolled, is the most important abiotic factor affecting olive development


 It mainly involved in the dormancy and flowering process during winter and spring respectively

 In fact, the bud dormancy onset and its breaking date phase are strongly influenced by winter chill; while the flowering achievement is highly correlated to spring heat

3

INTRODUCTION

 In addition to the biennial bearing of olive, the annual temperature variations during these two periods seem to have significant negative consequence on the development cycle of tree production resulting in economic repercussions

 At phenological level, it was reported that **increase of temperature during winter and spring** induced **flowering advance** of olive cultivars in some Mediterranean areas such as Morocco, France, Spain, Italy and Tunisia

4

INTRODUCTION

Evolutionary flowering time change studies Gained considerable attention in view of the current global climate change



Ongoing climate variation can affect olive flowering time and ecological dynamics

5

OBJECTIVES

Flowering time is a key adaptive trait



We investigated Flowering time of **331 olive cultivars** in the **OWGB-M** Marrakech using **BBCH scale**



Evaluate inter annual variation on flowering time and flowering period of **OWGB – Marrakech**



Classify varieties of the **OWGB – Marrakech** collection depending on **Flowering time** and **Flowering duration**.

6

Materials & Methods

- Phenological observations were conducted out on 331 cultivated *Olea europaea* (L.) cultivars identified based on 554 accessions and originating from 14 Mediterranean countries. Each cultivar is represented by at least 3 trees.



| Origine | Nombre d'accessions | Années de plantation |
|----------|---------------------|----------------------|
| Italie | 146 | 2003/2004 |
| Espagne | 89 | 2003/2004 |
| Chypre | 20 | 2004 |
| Grèce | 17 | 2003 |
| Portugal | 15 | 2003 |
| France | 13 | 2003 |
| Tunisie | 25 | 2005/2008/2011/2012 |
| Maroc | 38 | 2007/2008 |
| Algérie | 43 | 2008 |
| Croatie | 16 | 2008 |
| Egypte | 19 | 2008 |
| Slovénie | 9 | 2008 |
| Syrie | 65 | 2009 |
| Liban | 6 | 2009 |

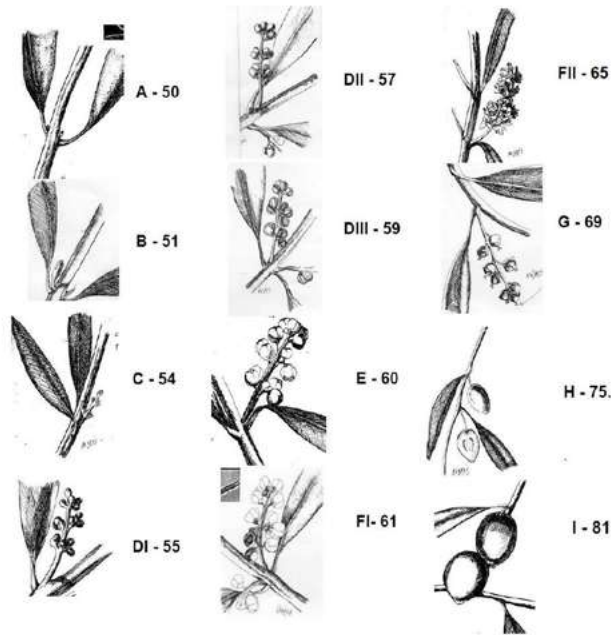
7

Materials & Methods

- According to the BBCH scale, phenological stages related to the olive inflorescence emergence and flowering were recorded over six years 2014-2019 overall the WOGBM.
- Observations were carried out every two or three days from the first February to the end of the flowering period to determine the date of inflorescence emergence stages (stage 51 to Stage 59) and flowering stages (stage 61, 65 and 69) according to the BBCH scale for olive tree (Meier, 2001).
- Phenological data have been converted according to their corresponding Julian days, starting from the first of January of each year (DOY: Day of the Year).
- All statistical data analyses were run in the R programming environment (R Development Core and Team, 2021; version R 3.6.3)

8

Phenological stages



9

Flowering stages



Stage
51

Stage
54

Stage
55

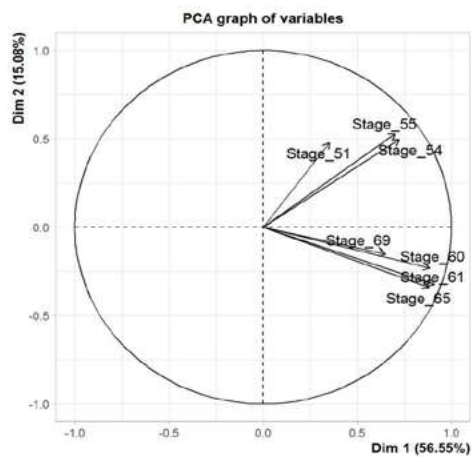
10

Flowering stages



11

Results

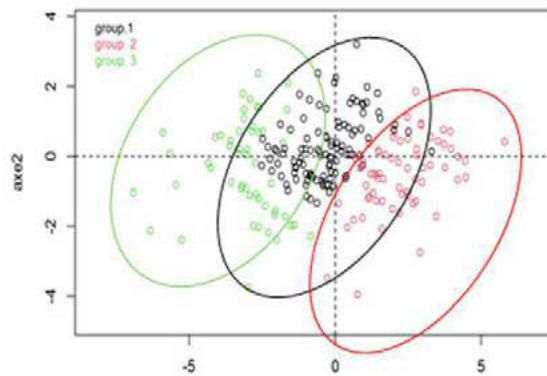


**High correlation
between flowering
stages**

12

Results

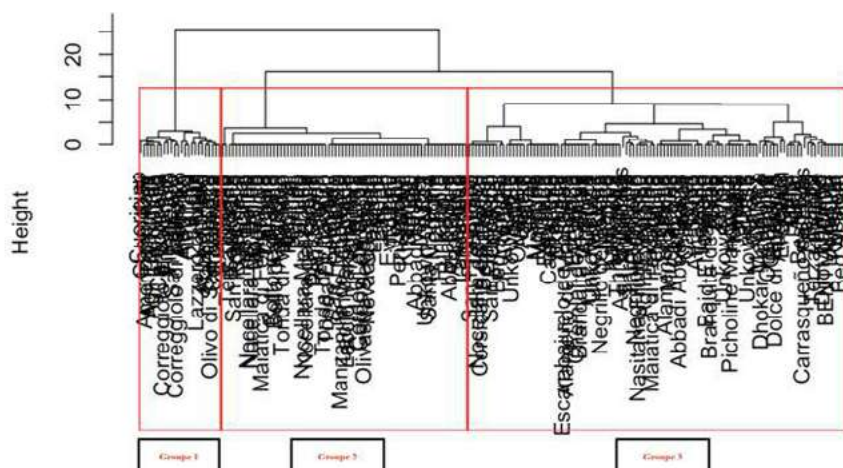
Principal components Analysis (PCA) of the phenotypic variability observed within the OWGB Marrakech collection



19 13

Results

Cluster Dendrogram



14

Results

Three groups :

- ❖ Early flowering : Arbequine, Karolia, Lechin de Sevilla, Manzanilla de Sevilla, Hojiblanca...
- ❖ Intermediate flowering : Picholine marocaine, Picholine de Languedoc, Sigoise, Lucques; Koroneiki; Chemlal de Kabilye
- ❖ Late flowering : Picual, Leccino, Mastoidis Haouzia, Ottobratica, Chetoui ...

15

Results

- ❖ Significant differences among cultivars were observed for all the evaluated flowering stage
- ❖ Higher values of flowering stage 51 phenological data were obtained for cultivars with supposed low Chilling requirement
- ❖ The budburst stage 51 is significantly negatively correlated to the flowering duration measured as the DOY (day of the year) difference between the beginning of flowering (stage 61) to the end of flowering (69).

16

Conclusion & Perspectives

- ✿ A wide range of variation was found in the WOGB Marrakech collection for all Phenological data
- ✿ Our results concerning flowering dates of the WOGBM cultivars showed an important significant year effect, followed by cultivar
- ✿ Flowering date for olive cultivars ranged over years between 91 DOY (April 1st) in the year 2019 to 150 DOY (May 30th) in the year 2016.
- ✿ Clustering of cultivars according to ward's method showed 3 groups : the early, intermediate and late flowering groups

17

Conclusion & Perspectives

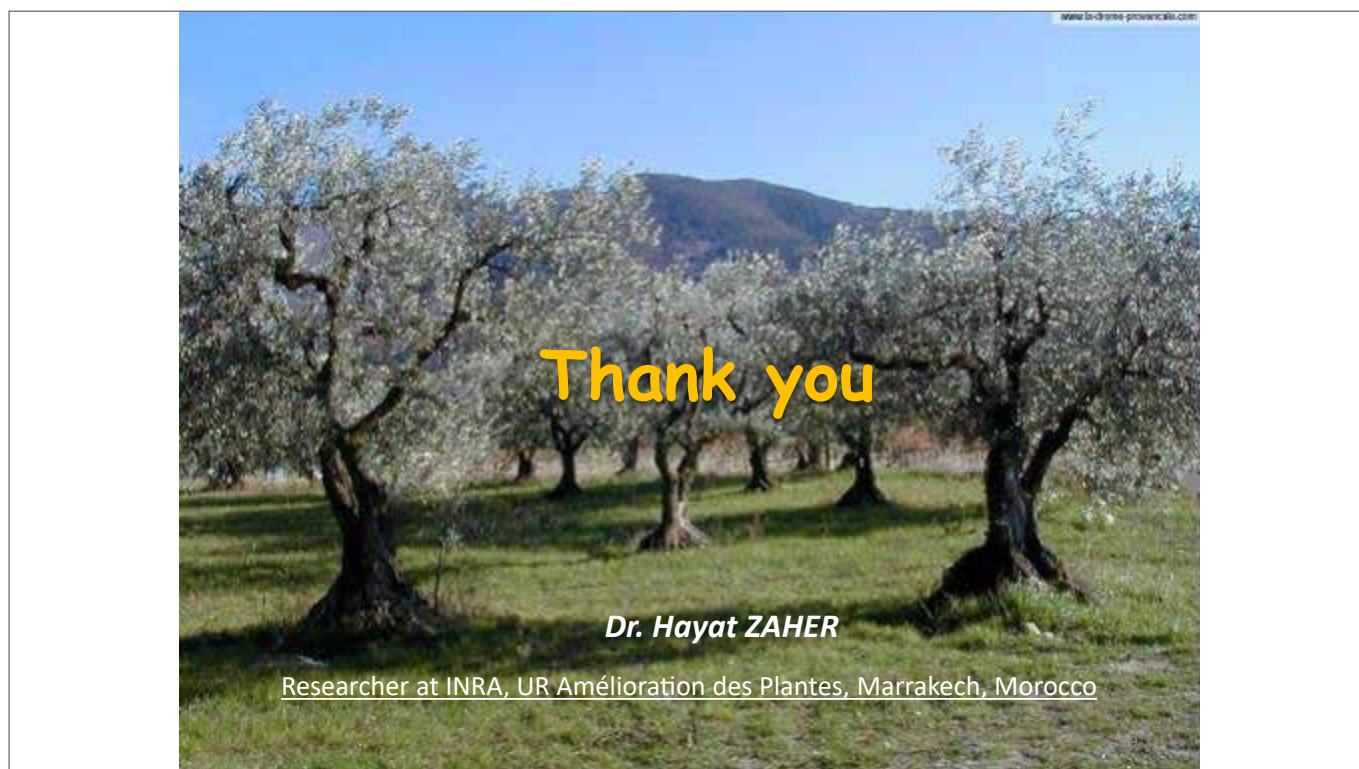
- ✿ Stage 51 is a key stage of olive's trees flowering phenology, its early observation is correlated with long flowering period. Flowering period observations show correlation between a short flowering period and the increase of temperature expressed by the sum of degree-days.



Stage 51

- ✿ As the selection basis of adapted cultivars to global warming, our classification of olive Mediterranean genetic resources should be validated by further investigations, validating the statistical approach by the experimental one.

18



EL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR ORNAMENTAL: PERSPECTIVA DEL OBTENTOR

Sr. Robert Boehm

Jefe de Biotecnología, Selecta One (Alemania)

El artículo ofrece una breve impresión sobre la adaptación al cambio climático en el sector ornamental. Este sector de la horticultura es mucho más pequeño que el agrícola, aunque también se ve afectado por las consecuencias del cambio climático.

El grupo Selecta One es líder mundial en el fitomejoramiento, el cultivo y la comercialización de plantas ornamentales de multiplicación vegetativa. Con la venta de aproximadamente 600 millones de plantas jóvenes al año en todo el mundo, Selecta One atiende a todos los mercados relevantes, especialmente EE. UU., Europa y Asia. La cartera de productos abarca especies de plantas de parterre y arriate, pero también plantas perennes y de maceta. El surtido es bastante amplio, y el departamento de fitomejoramiento está trabajando actualmente con más de 60 géneros y especies diferentes.

El cambio climático amenaza la forma de cultivar estas plantas ornamentales, sobre todo si se tienen en cuenta los largos períodos de sequía y el estrés térmico causado por la irradiación solar. Esto es lo que tendremos que afrontar en el futuro.

Las plantas ornamentales, incluidos los préstamos, son objeto de un mantenimiento intensivo por parte de jardineros y consumidores finales; esto incluye el riego y los cuidados adecuados para mantener el valor ornamental durante el verano y los períodos de sequía. Para ello, se desperdicia mucha agua. No obstante, el estrés residual de la sequía y los daños adicionales del estrés térmico provocan una disminución del valor ornamental, lo que también conduce a una mayor susceptibilidad a plagas y enfermedades, así como a consumidores frustrados que ya no están dispuestos a invertir más en plantas ornamentales. Así pues, existe una gran demanda de plantas tolerantes a la sequía y al estrés térmico también en el sector ornamental.

Las plantas han desarrollado numerosas adaptaciones diferentes para tolerar o escapar de la sequía y el estrés térmico, que abarcan adaptaciones morfológicas y fisiológicas, y que genéticamente son bastante complejas.

A diferencia de la agricultura, el sector ornamental se caracteriza por una gran variabilidad genética entre especies y dentro de una misma especie. Las distintas variedades existentes en el mercado son muy heterocigotas, lo que dificulta el fitomejoramiento y la transferibilidad de los conocimientos de fitomejoramiento de una especie a otra, o incluso de una variedad a otra, es escasa.

Para mejorar la tolerancia a la sequía y al estrés térmico en plantas ornamentales, se pueden seleccionar adaptaciones específicas para mejorar las plantas mediante fitomejoramiento, como un aumento de la biosíntesis de ácidos, la reducción de la superficie foliar, la yuxtaposición en la hoja o lo que sea. Pero si nos fijamos en el fondo genético, encontramos rasgos altamente cuantitativos, con muchos mecanismos implicados, lo que da lugar a una herencia compleja.

Para seguir un enfoque de fitomejoramiento tradicional, primero desarrollamos protocolos de fenotipado para caracterizar la tolerancia al estrés por sequía en ensayos de invernadero. Para ello, medimos muchos parámetros diferentes en macetas grandes de 4 l (cestas). De este modo, pudimos identificar la variación genética en el surtido existente con respecto a la tolerancia general al estrés por sequía, sin concentrarnos en mecanismos únicos.

Sin embargo, cuando se intenta aumentar la tolerancia al estrés por sequía mediante el cruce deliberado de líneas tolerantes, la progenie vuelve a dividirse con respecto a este rasgo debido a la naturaleza heterocigota del material

genético. No es posible piramidar los genes necesarios y aumentar así en gran medida la tolerancia al estrés por sequía.

En este caso, los enfoques biotecnológicos pueden servir de alternativa. Hace quince años, Selecta probó este enfoque biotecnológico para aumentar la tolerancia al estrés por sequía en colaboración con Mendel Biotechnology de EE. UU., y proporcionó genes de factores de transcripción de *Arabidopsis thaliana* relacionados con la tolerancia al estrés por sequía. Introdujimos y sobreexpresamos diferentes genes de factores de transcripción en distintas especies ornamentales, sobre todo petunias, y regeneramos muchas líneas transgénicas sobreexpresando estos factores de transcripción. Las probamos exhaustivamente en el invernadero y también en ensayos de campo en EE. UU. Al final, llegamos a líneas candidatas transgénicas con necesidades de agua reducidas en un 30 % al principio de la temporada, pero este efecto disminuyó cada vez más a lo largo del verano. En general, no obtuvimos un aumento claro de la tolerancia al estrés por sequía ni del ahorro de agua. El efecto no fue lo suficientemente elevado ni realmente predecible porque los genes de factores de transcripción sobreexpresados activan vías biosintéticas muy complejas y específicas que parecen estar reguladas de forma diferente en las distintas especies de plantas.

Pero los elaborados protocolos de fenotipado nos permitieron identificar variedades tolerantes al estrés por sequía en nuestro surtido existente. Esto permitió evaluar una tercera estrategia para los productos tolerantes al estrés por sequía, la selección. Esta se basa en la identificación de las variedades cultivadas existentes que están naturalmente más adaptadas a la tolerancia al estrés por sequía. Además, la identificación y el desarrollo de nuevas especies con una tolerancia al estrés abiótico naturalmente evolucionada, como gramíneas, plantas Crassulaceae u otras xerófitas, pueden contribuir a las especies y variedades existentes de parterre y arriate.

Estas nuevas selecciones dieron lugar a nuestra primera serie comercial de variedades tolerantes al estrés por sequía, denominada serie Planta Morgana. Aquí proporcionamos a nuestros clientes variedades probadas tolerantes a la sequía y al estrés térmico de las especies tradicionales de parterre y arriate, complementadas con nuevas especies que encajan en esta serie por su valor ornamental.

Lección: la presentación mostró ejemplos de diferentes enfoques de fitomejoramiento y selección para mejorar la tolerancia a la sequía y al estrés térmico en plantas ornamentales. En el primer enfoque, se empleó la estrategia de fitomejoramiento tradicional, pero los resultados muestran que es bastante difícil aumentar la tolerancia a la sequía y al estrés térmico en las variedades tradicionales de plantas de maceta. Son genéticamente muy heterocigotas, lo que dificulta la piramidación eficiente de genes importantes de forma deliberada.

El segundo enfoque se basaba en la sobreexpresión de genes reguladores de factores de transcripción. Esta estrategia biotecnológica no tuvo éxito porque hay muy pocos conocimientos básicos sobre las vías moleculares detalladas y la regulación génica en las variedades ornamentales, y la transferibilidad de las funciones génicas entre especies o variedades es escasa.

La mejor estrategia puede ser la de selección. En este caso, se aprovecha la variabilidad genética existente en el acervo genético de un obtentor y se seleccionan variedades tolerantes al estrés por sequía, o incluso se seleccionan y desarrollan nuevas especies con una alta tolerancia al estrés por sequía y calor evolucionada de forma natural para el mercado.

Vortrag auf dem Seminar



Climate Change in the Ornamental Sector – A Breeder’s Perspective

Dr. Robert Boehm



20.09.2022

www.selecta-one.com



The Selecta Group



We are **selecta one**, a company globally leading in breeding, growing and marketing of vegetatively propagated ornamental plants.



With 11 own production sites and sales offices in Europe, Africa, Asia and America, we serve all relevant markets worldwide.

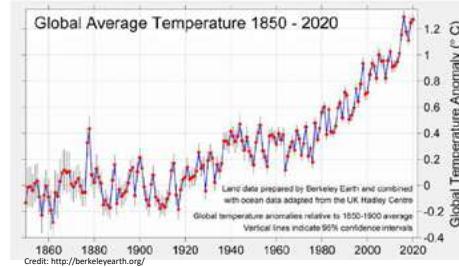
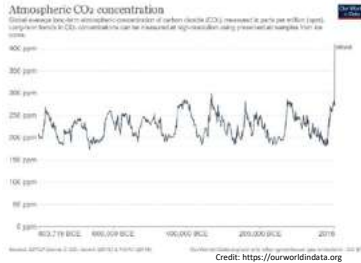


20.09.2022

www.selecta-one.com



Climate change is a reality



20.09.2022

4

Impact for ornamental culture



- Extended care and water supply
- Heat stress damages
- Reduced ornamental value
- Increased Susceptibility for pests & diseases
- Dissapointed consumer



Urban gardening



Landscaping



Woody plant Arrangements

5

Impact for ornamental culture



- Extended care and water supply
- Heat stress damages
- High demand for pests & diseases
- High demand for ornamental value



Urban gardening



Landscaping



Woody plant Arrangements

High demand for drought and heat stress tolerant plants

Natural drought stress adaptations



Morphological :

- Compact, delayed growth
- Elongated root system
- Stoma density and distribution
- Hairy or waxy leaf surfaces



Physiological :

- Altered stoma management (ABA metabolism)
- Osmoregulation capacity



Complex :

- Tolerance to high leaf temperatures
- High recovery rate after wilt
- High water use efficiency

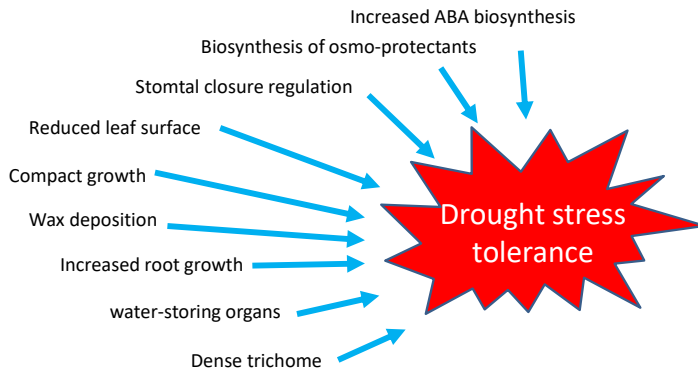


Credit : <https://pflanzen-fuer-dich.de/>



Credit : <https://www.barbo188.com/>

Breeding strategies for drought stress tolerance



20.09.2022

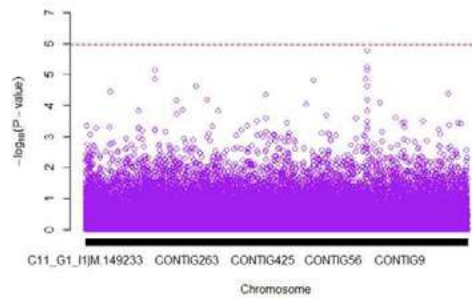
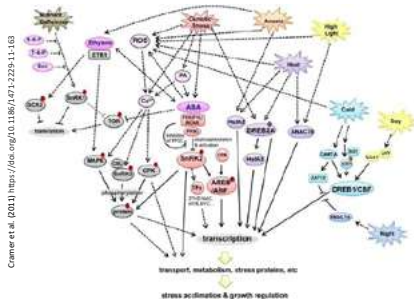
www.selecta-one.com

8

Genetic background of abiotic stress tolerances



- Highly quantitative traits
- Many mechanisms involved
- Polygenic, multilocus molecular base
- Complex inheritance
- Hard to deliberately pyramidize by crossing



20.09.2022

www.selecta-one.com

9

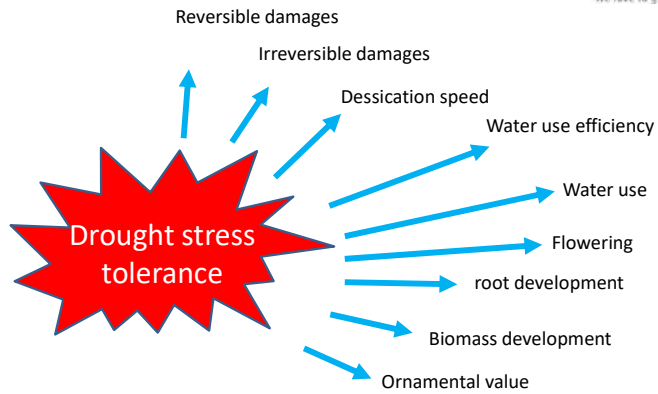
Biotechnological approach at Selecta

The diagram illustrates the biotechnological approach. It starts with a Transcription Factor (TF) gene, which is used in Mendel Biotechnology to produce cDNA. This cDNA is then transformed into *Agrobacterium tumefaciens*. The process involves a leaf disc, callus formation, and the growth of a plantlet in a petri dish.

| Transcription factor | Protein family | Trait |
|----------------------|----------------|--------------------------|
| CBF1 | AP2 TF | Frost |
| CBF2 | AP2 TF | Frost |
| CBF3 | AP2 TF | Frost |
| ESF1 | AP2 TF | Frost, Drought |
| GI073 | AT Hook TF | Drought |
| GS81 | MY-YY | Cold, Drought |
| GI274 | MYRKY TF | Cold, Drought |
| ES47 | AP2/ERF | Drought |
| GS82 | MYO TF | Cold, Drought, Heat |
| GI782 | ERF TF | Pathogens, Drought, Cold |
| K26 | ERF TF | Pathogens |
| ES13 | AP2 TF | Cold, Drought |
| GI133 | AP2/ERF | Drought |
| ES64 | R2R3MYB TF | Cold |
| ES34 | ERF TF | Drought |
| GI785 | ERF TF | Pathogens, Drought |



Breeding strategies for drought stress tolerance



Phenotyping Drought Stress in Baskets



- Variants: well-watered, watering weekly and 2-weekly
- Repeated visual evaluation over 4 weeks

- Water use (WU) : ml/d
 - Water use efficiency (WUE) : g fg/g water
 - Reversible threshold water content (TWC_{rev}) : mbar
 - Irreversible threshold water content (TWC_{irr}) : mbar
 - Desiccation speed (DS) : dOV/dt
 - Biomass 10 weeks after cutting
 - Biomass ratio fw/dw
 - Flower canopy (FCC)
 - overall ornamental value (OV)



20.09.2022

www.selecta-one.com

12

Selection for tolerant genotypes/varieties



Pictures taken after 14 days water withdraw, before watering

20.09.2022

www.selecta-one.com

13

Substitution by new cultures



- Species with naturally evolved plant stress tolerance mechanisms
- C4/CAM-metabolism, drought-adapted morphology
 - Grasses
 - Crassulaceae (Sedum, Echeveria)
 - Xerophytes (Helichrysum, Calocephalus)
 - Others (Portulak, Brachyscome, Felicia)



20.09.2022

www.selecta-one.com

15

Marketing tolerant Varieties/Cultures



- Recommendation of more drought stress tolerant plant series
- Marketing with POS-material (pots, banner, label)



20.09.2022

www.selecta-one.com

16

Take-home message



| Strategy | Prerequisite | |
|---------------------------|--|---|
| Biotechnological strategy | Detailed molecular knowledge of pathways, genes and regulation network | 😞 |
| Breeding strategy | Successful pyramidization of different pathways. Acceptance of compact plants | 😐 |
| Selection strategy | Characterization tools for drought stress tolerance | 😊 |

18

The Future ?



19

selecta
*we love to grow**



Thank You!

ADAPTACIÓN DE VARIEDADES DE CEREALES AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS PAÍSES NÓRDICOS: CARACTERES QUE PERMITEN EL TRABAJO DE FITOMEJORAMIENTO Y CARACTERES QUE LO DIFICULTAN MUCHO MÁS.

Sra. Tina Henriksson

Directora del Grupo de mejoramiento, cereales y legumbres y obtentora principal de trigo de invierno de la empresa sueca Lantmännen (Suecia)

Lantmännen es una cooperativa propiedad de agricultores suecos; alrededor del 90 % de los agricultores suecos poseen una participación en la cooperativa.

Lantmännen invierte cada año unos 100 millones de coronas suecas en fitomejoramiento y, aunque se trata de una parte muy pequeña de Lantmännen, tenemos diez programas de fitomejoramiento, tres estaciones de fitomejoramiento y una inversión bastante grande en nuevas instalaciones. Recientemente hemos invertido en cámaras climáticas e instalaciones de genotipado para avanzar en el desarrollo de variedades.

¿Por qué necesitamos contar con el fitomejoramiento sueco? La respuesta es que somos un pequeño país del norte y necesitamos cultivos adaptados a la agricultura y las prácticas agrícolas suecas. Necesitamos adaptar algunos cultivos a la duración del día, que es muy diferente a lo largo del año: en la parte septentrional de nuestra zona de cultivo, no hay noche en absoluto durante los meses de verano. También tenemos que trabajar para reducir nuestro impacto ambiental. Se trata de una opción política, además de una opción relacionada con el cambio climático. Nuestro objetivo es aumentar el valor de la explotación para los agricultores suecos, que son nuestros propietarios. Queremos intentar ampliar nuestro mercado de exportación. Y, como somos un país pequeño del norte, tenemos que hacerlo nosotros mismos.

Lantmännen es una empresa bastante grande. Poseemos toda la cadena de producción, desde el fitomejoramiento hasta el grano, pasando por los molinos y las industrias como las panaderías, y fabricamos productos de consumo.

Trabajamos con casi todos los cultivos del país. Trabajamos con trigo de invierno, triticale de invierno, cebada de primavera, avena de primavera, habas y arvejas, y trabajamos con todas las diferentes gramíneas forrajeras y leguminosas forrajeras que se cultivan en nuestro entorno. De hecho, los forrajes son el mayor cultivo de Suecia. También trabajamos con papas y salix.

Tenemos estaciones de fitomejoramiento en distintas partes del país. La estación principal está en el sur de Suecia, pero también tenemos una estación de fitomejoramiento bastante al norte y dos estaciones intermedias, en las zonas de cultivo más importantes. También tenemos una estación de fitomejoramiento en Emmeloord (Países Bajos).

El cambio climático tiene diferentes perspectivas según se considere el corto o el largo plazo. El fitomejoramiento es una poderosa herramienta de creación de valor y es capaz de adaptar variedades de forma eficiente, si nos limitamos a seguir el cambio climático. Pero hay componentes del cambio climático con los que es un verdadero desafío trabajar. El fitomejoramiento crea variedades robustas y es muy importante para la seguridad de los agricultores.

A corto plazo tenemos que gestionar este cambio añadiendo más ubicaciones, y quizás ubicaciones en el sur para estar preparados. Tenemos que utilizar nuevos marcadores de tolerancia al estrés y desarrollar más marcadores. Tenemos que utilizar nuevos métodos de selección para la tolerancia al estrés. Y tenemos que utilizar más selección de rasgos radiculares y desarrollar métodos para medirlos.

Lo que hacemos mucho ahora es utilizar nuevos métodos de análisis de imágenes en el proceso de evaluación y selección para poder ver cosas que no podemos ver con nuestros propios ojos, pero que podemos ver con drones o cámaras especializadas. Esta área de trabajo se ampliará en un futuro próximo.

También hemos empezado a utilizar la selección genómica junto con el mejoramiento acelerado y la selección con marcadores para acelerar el desarrollo de nuevos parentales en los programas de fitomejoramiento.

A largo plazo, necesitamos, aquí en el norte, buscar nuevos cultivos, quizá nuevos caracteres con los que no estemos acostumbrados a trabajar, y buscar nuevas resistencias para rasgos que no hayamos tenido que buscar antes, por ejemplo, diferentes enfermedades y también diferentes insectos.

Fitomejoramiento 3.0, fenotipado de precisión. El análisis de imágenes es un ejemplo de lo que hacemos para intentar seguir el ritmo del cambio climático y ser cada vez más eficientes. Intentamos utilizar todo lo que podemos de las imágenes de drones para evaluar y tomar decisiones, para obtener más información de cada parcela de rendimiento de la que teníamos antes. La selección genómica en la que estamos trabajando se combina con el mejoramiento acelerado para intentar asegurarnos de que podemos evaluar la mayor cantidad de material posible, lo más rápidamente posible.

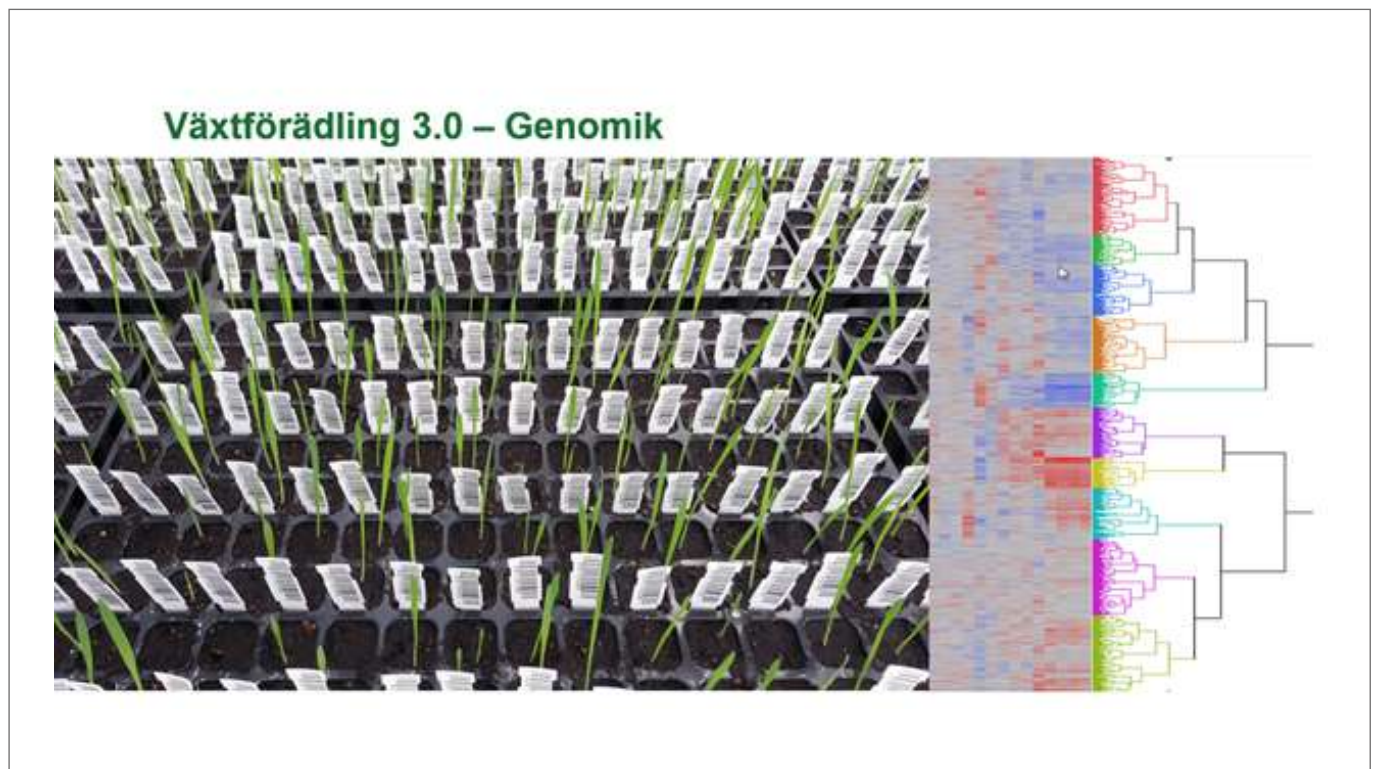


Figura 1: Las plantas individuales se genotipan y una forma de presentar el resultado es un dendrograma sobre hasta qué punto están relacionadas entre sí.

Vortrag auf dem Seminar



Internal

Adapting cereal varieties to climate change in the Nordic countries

— which traits can plant breeding work with and which ones are much more difficult?

08/25/2022 Tina Henriksson

 **Lantmännen**

Lantmännen has a yearly investment of 100 MSEK in Swedish plant breeding

- Lantmännen Plant Breeding:
- 10 breeding program
- 3 breeding stations
- Large investment in new infrastructure-climate chambers and genotyping facilities



Why Swedish plant breeding?

- Adaptation to Swedish agricultural practices
- Adaptation to day length
- Lowering environmental impact
- Increased value for Swedish farmers
- Increased export
- We are a small country and nobody else will do it....



3

Lantmännen has the whole value chain

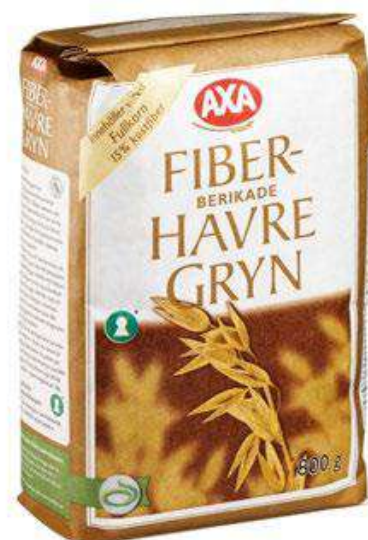
Plant breeding

Grain

Mills

Industry

Consumer products



We work with a large number of crops

Cereals

- Winter wheat
- Winter triticale
- Spring barley
- Spring oats

Pulses

- Faba beans
- Peas

Forages

- Forage grasses
- Forage legumes

Potatoes

Salix



Our plantbreeding stations

Svalöv

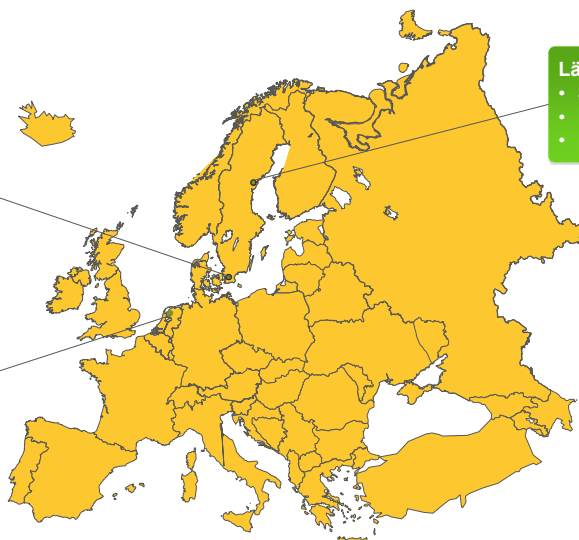
- Winter wheat
- Winter triticale
- Spring barley
- Spring oat
- Peas
- Field beans
- Forage grass
- Forage legumes
- Salix

Emmeloord

- Triticale
- Potatoes

Lännäs

- Spring barley
- Forage legumes
- Forage grass



Climate change in short and the long run - can plant breeding meet the challenges?

- Plant breeding is a powerful tool to create value
- Plant breeding slowly but surely follows climate change and adapts the varieties
- Plant breeding creates robust varieties and on farm security for farmers

In the short run

- adding of more locations with different environmental challenges,
- use of more selection for root traits and development of methods for this
- Use of new methods for selecting for stress tolerance,
- Use of new markers for stress tolerance-development of these
- Use of new image analysis methods in the evaluation and selection process
- Use of genomic selection together with speed breeding and marker selection to speed up the development
- In the long run,


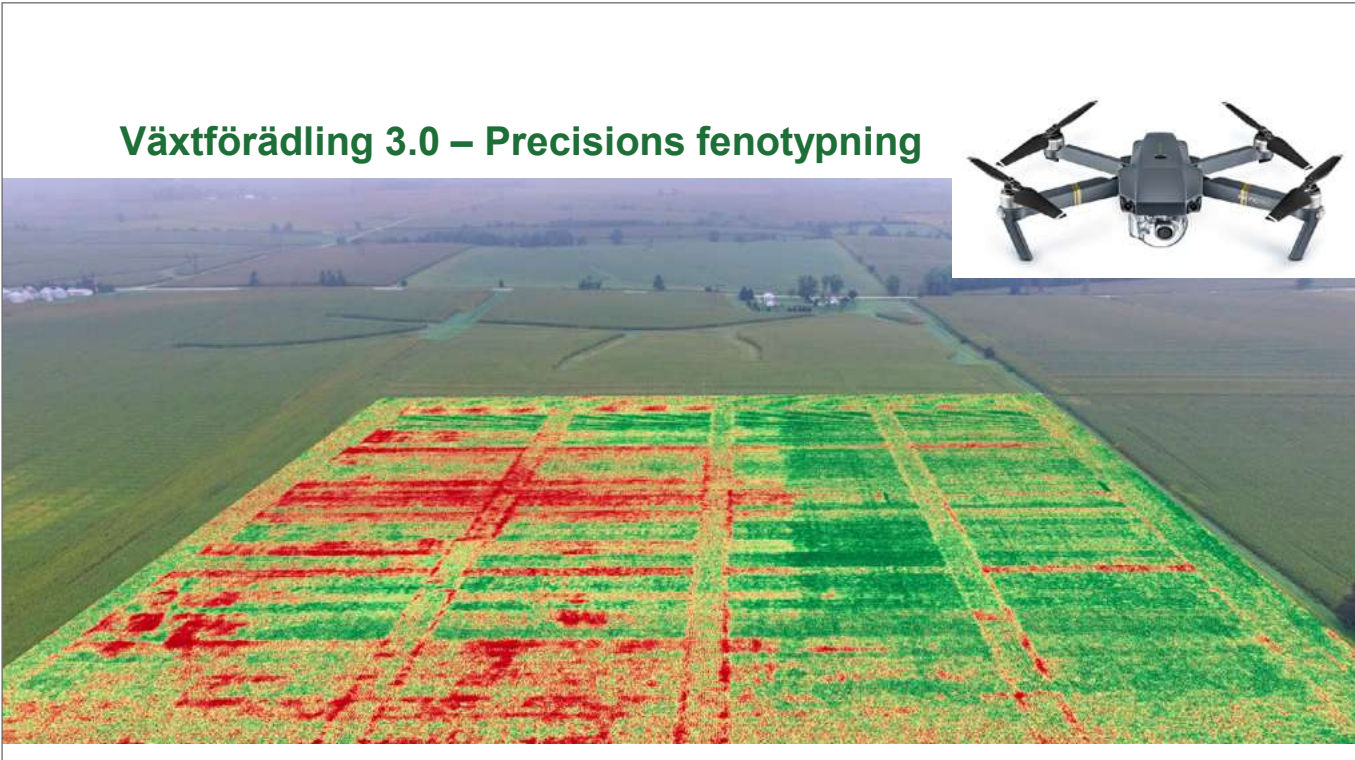


In the long run

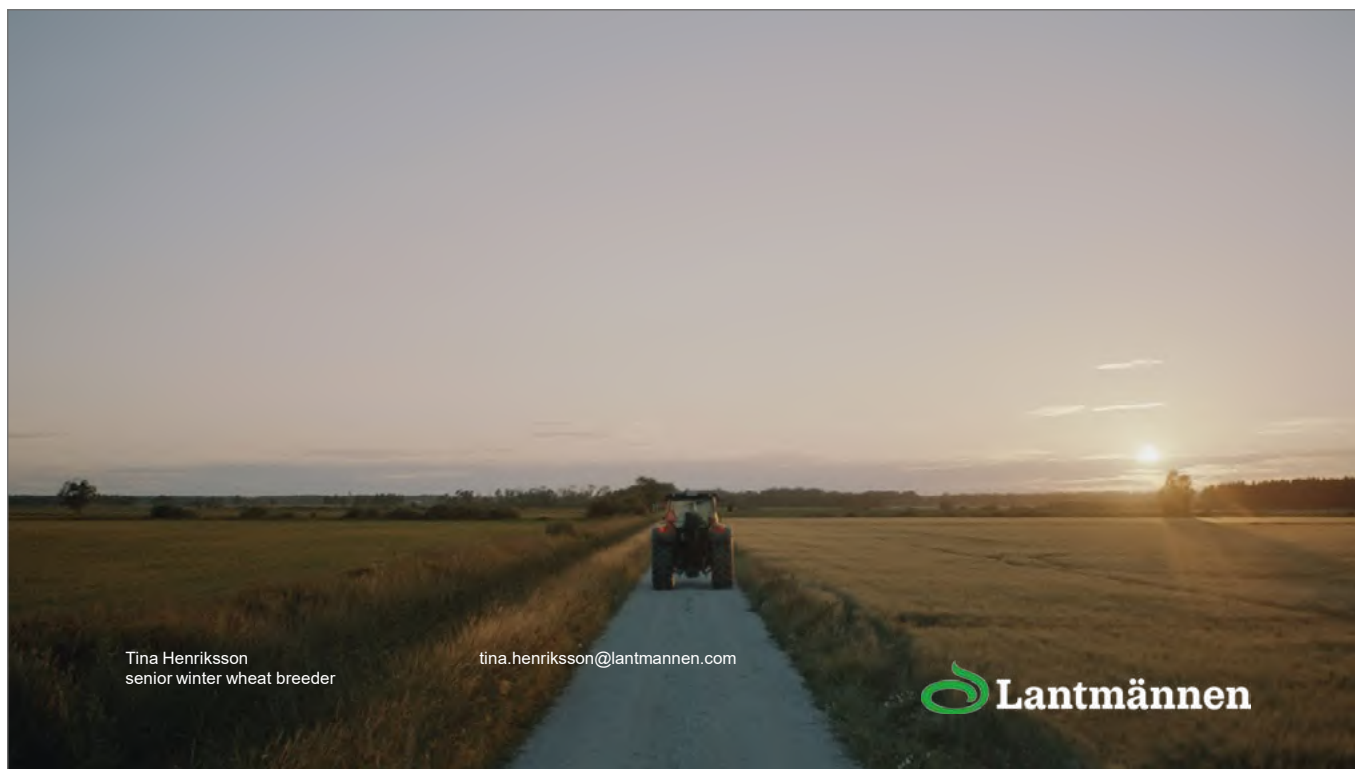
- New crops
- New characters
- New resistances

9

Växtförädling 3.0 – Precisions fenotypning




Växtförädling 3.0 – Genomik



Tina Henriksson
senior winter wheat breeder

tina.henriksson@lantmannen.com

 **Lantmännen**

FITOMEJORAMIENTO EN COMUNIDADES DE BASE DE FUTUROS CULTIVOS “INTELIGENTES” MÁS ADAPTADOS AL CAMBIO CLIMÁTICO: APRENDIZAJES DERIVADOS DE LA EXPERIENCIA NEPALÍ

Sr. Pitambar Shrestha y Sr. Nirangjan Pudasaini

Iniciativas locales para la biodiversidad, la investigación y el desarrollo (Nepal)

ANTECEDENTES E INTRODUCCIÓN

El impacto del cambio climático en la agricultura es tan grave como en otros sectores. Por ello, los institutos de investigación agrícola han empezado a centrar su labor en el desarrollo de nuevas variedades y tecnologías adaptadas a los cambios climáticos. En el caso de Nepal, el Instituto Nacional de Investigación del Arroz (NRRP) ha producido algunas variedades de arroz tolerantes a la sequía, mientras que otras son aptas para condiciones de anegamiento. Al revisar la bibliografía, también podemos encontrar investigaciones similares que se están llevando a cabo en otros cultivos de cereales, como el trigo y el maíz, mediante cruces y otros métodos de fitomejoramiento. Sin embargo, los institutos de investigación no han puesto mucho énfasis en explorar, evaluar ni utilizar las variedades tradicionales de varias especies de cultivos disponibles en los campos de los agricultores en el programa de fitomejoramiento mediante la selección a partir de la diversidad existente, también conocido como fitomejoramiento en comunidades de base.

Nepal es conocido como un país pionero en el fitomejoramiento participativo (PPB), y los investigadores han desarrollado diferentes métodos de PPB, incluido el fitomejoramiento en comunidades de base. El fitomejoramiento en comunidades de base es un método sencillo, eficaz y eficiente de fitomejoramiento que refuerza las habilidades de los agricultores en la selección, la producción y la comercialización de semillas (Sthapit y Rao 2009; Sthapit *et al.* 2013). En este método, la selección de muestras de semillas de rasgos deseados a partir de la diversidad existente de variedades tradicionales está a cargo de agricultores e investigadores en el campo de los agricultores. El proceso de fitomejoramiento implica la evaluación de las necesidades, la evaluación de la diversidad, la selección de los rasgos preferidos, el registro de la línea seleccionada en la Junta Nacional de Semillas (NSB) y la puesta a disposición de semillas por medio de bancos de semillas comunitarios (CSB) o del enfoque de producción comunitaria de semillas (CBSP). Se trata también de un proceso de incorporación de las variedades de los agricultores al sistema formal.

El método de fitomejoramiento en comunidades de base es muy pertinente en países como Nepal, donde existe una rica diversidad en los campos de los agricultores. Y en países como Nepal, el programa oficial de fitomejoramiento ha prestado poca o ninguna atención a cultivos como el mijo africano, el mijo de cola de zorro, el mijo común y el amaranto, ya que se consideran cultivos menores. Sin embargo, teniendo en cuenta las propiedades nutricionales y otros rasgos como la sequía y la madurez temprana, estos cultivos se conocen como cultivos resistentes al clima y cultivos inteligentes para el futuro. En las tierras altas del noroeste de Nepal, estos cultivos son clave para la seguridad alimentaria (Parajuli *et al.* 2016), ya que la geografía y las condiciones climáticas no son favorables para cultivos como el arroz. Esto significa que las comunidades agrícolas no tienen otra opción que cultivar las variedades tradicionales que han estado cultivando durante muchos años.

En 2015, con la ayuda económica del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)/ Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), Bioversity International colaboró con Iniciativas Locales para la Biodiversidad, la Investigación y el Desarrollo (LI-BIRD) y el Consejo de Investigación Agrícola de Nepal (NARC) en la ejecución del Proyecto de Cultivos Locales (LCP). El LCP se aplicó en cuatro distritos montañosos de Nepal llamados Dolakha, Lamjung, Jumla y Humla, y se habían considerado ocho cultivos de montaña (mijo de cola de zorro, mijo africano, mijo común, amaranto, porotos, arroz de altura, trigo sarraceno y cebada desnuda) como los cultivos de mandato para las actividades de investigación y desarrollo. El método de fitomejoramiento en comunidades de base se aplicó al mijo de cola de zorro, el mijo africano, el mijo común y los porotos. Este capítulo

¹ <http://himalayancrops.org>

presenta la metodología y los resultados del fitomejoramiento en comunidades de base en los cuatro primeros cultivos mencionados.

Ejemplo 1: mijo de cola de zorro

El mijo de cola de zorro (*Setaria italica*) era uno de los principales cultivos básicos hace 30 a 40 años en el pueblo de Ghanpokhara, en el distrito de Lamjung (Nepal). Sin embargo, su cultivo empezó a disminuir debido a la expansión de la red de rutas en la aldea, ya que la gente empezó a consumir arroz del mercado. La encuesta de hogares realizada en 2015 reveló que solo el 10 % de los hogares cultivaban mijo de cola de zorro. La superficie y la producción promedio por hogar eran de 635 m² y 89,4 kg, respectivamente (Gurung *et al.* 2016). Al compartir estos hallazgos y las propiedades nutricionales del mijo de cola de zorro con la comunidad local, esta se dio cuenta de la importancia del mijo de cola de zorro y acordó mejorar este cultivo. Así, se evaluaron en la explotación 15 variedades locales de mijo de cola de zorro, incluidas accesiones del Banco Genético Nacional, colecciones de otros lugares del proyecto y seis variedades disponibles localmente. La comunidad local prefirió su variedad, *Bariyo Kaguno*, ya que otras variedades no podían competir con ella en rendimiento, sabor y tamaño del grano.

A partir de este momento, la investigación se centró en esta variedad; se tomaron muestras de semillas *Bariyo Kaguno* de cinco agricultores custodios del mismo pueblo, se mezclaron para mantener la diversidad dentro de la variedad y se plantaron en el campo de los agricultores. Al año siguiente, los agricultores y los investigadores seleccionaron conjuntamente panículas verdaderas del tipo *Bariyo Kaguno* como proceso de purificación de las semillas. Las panículas seleccionadas se multiplicaron y distribuyeron a muchos agricultores como *Bariyo Kaguno* mejorado. Al mismo tiempo, se recopilaron datos cualitativos y cuantitativos, y la variedad se registró en la NSB como la primera variedad de mijo de cola de zorro formalmente registrada.

En el LCP también se facilitó la creación del Banco Comunitario de Semillas de Ghanapokhara para promover la conservación y utilización de variedades locales. Los miembros del CSB recibieron formación tanto para el desarrollo institucional como para la producción de semillas de calidad de mijo de cola de zorro y otros cultivos. La comercialización de semillas y granos era otro de los problemas del mijo de cola de zorro. Por ello, el proyecto también trabajó en estos aspectos. En la actualidad, el Banco Comunitario de Semillas de Ghanapokhara se encarga de la producción de semillas y recoge el grano de mijo de cola de zorro para su comercialización. Aunque en pequeña cantidad, el mijo de cola de zorro ha sido una fuente de ingresos para los agricultores de Ghanapokhara en Lamjung.

Ejemplo 2: mijo africano

El distrito de Jumla está ubicado en las altas colinas del oeste de Nepal. Los miembros del LCP centraron su labor en el mijo africano (*Setaria italica*) como uno de los ocho cultivos de mandato. El fitomejoramiento en comunidades de base se aplicó a la variedad de mijo africano *Rato Kodo*. Como en el caso del mijo de cola de zorro, se recogieron 49 variedades de mijo africano de diversas fuentes, incluida la *Rato Kodo* del pueblo de Hanku, y se probaron allí. Entre las variedades que se evaluaron, la *Rato Kodo* de la misma localidad obtuvo buenos resultados. Los agricultores prefirieron esta variedad en comparación con otras variedades analizadas por su mayor rendimiento de grano, tamaño de grano grueso y facilidad de trilla. Por lo tanto, se tomaron muestras de semillas de *Rato Kodo* de varios agricultores del pueblo de Hanku para captar la heterogeneidad dentro de la variedad. Las semillas se mezclaron y se plantaron como una sola entrada. De acuerdo con los criterios de selección de los agricultores, se seleccionó el verdadero tipo de panículas de *Rato Kodo* y las semillas se agruparon y multiplicaron. Al año siguiente, las semillas se distribuyeron a muchos agricultores para que las probaran como una variedad de *Rato Kodo* mejorada. Al mismo tiempo, se recopilaron los datos y la información necesarios y se registró la variedad en la NSB. Como institución comunitaria, el LCP facilitó la creación del Banco Comunitario de Semillas de Hanku. El CSB ha asumido la responsabilidad de la producción y distribución de semillas de *Rato Kodo* mejorado y de otras variedades locales en la localidad.

Ejemplo 3: amaranto

El amaranto (*Amaranthus spp.*) fue otro cultivo incluido en el programa de fitomejoramiento en comunidades de base en el pueblo de Hanku, en el distrito de Jumla. La encuesta de hogares realizada en 2015 reveló que el 30 % de los hogares cultivaban amaranto. En Jumla, el amaranto se planta como cultivo de borde, mientras que el mijo africano, los porotos u otros cultivos se plantan como cultivo principal. El equipo del LCP recolectó varias

accesiones en los pueblos de Hanku y Talium y sus alrededores, entre ellas *Lal Marse*, literalmente el “amaranto rojo”, del pueblo de Talium. Al probar las colecciones en Talium, la comunidad prefirió la *Lal Marse* de Talium, principalmente por su alto rendimiento y gran tamaño de grano. Así pues, se procedió a la selección de panículas, y las semillas se multiplicaron y distribuyeron a muchos agricultores del distrito de Jumla. Al mismo tiempo, se recopilaron los datos y la información necesarios y se registró la variedad en la NSB. El Banco Comunitario de Semillas de Hanku, creado con el apoyo del LCP, se encarga de la producción y distribución de semillas de la variedad registrada *Lal Marse* en la zona.

Ejemplo 4: mijo común

El pueblo de Chhipra (altitud entre 2 000 msnm y 4 800 msnm), en el distrito de Humla, fue otro de los lugares del LCP donde se descubrió que el 89 % de los hogares cultivaban mijo común (*Panicum miliaceum*) (Parajuli *et al.* 2016). En Humla, el mijo común es el segundo cultivo más habitual después del mijo africano. El distrito es conocido por sus duras condiciones climáticas y su accidentado terreno, que dificultan aún más la agricultura. El mijo común es uno de los cultivos que pueden cultivarse tanto en tierras marginales como de secano. Como parte de la actividad de fitomejoramiento en comunidades de base, se recogieron 22 accesiones de mijo común de diversas fuentes y se probaron en el pueblo de Chhipra, incluido el *Dudhe Chino*, literalmente el “el mijo común lechoso” de Chhipra. Como se menciona en otros tres ejemplos, los agricultores prefirieron el *Dudhe Chino* de Chhipra por su mejor sabor y facilidad de procesamiento/descascarillado en comparación con otras variedades de prueba. Por lo tanto, se llevó a cabo una selección de panículas, y las semillas de las panículas seleccionadas se multiplicaron y distribuyeron a muchos agricultores para su prueba y difusión. Se recopilaron los datos y la información necesarios y la variedad se registró en la NSB bajo la dirección del Banco Comunitario de Semillas de Chhipra. El Banco Comunitario de Semillas de Chhipra produce y distribuye cada año semillas de la variedad registrada.

LECCIONES APRENDIDAS

El fitomejoramiento en comunidades de base es un proceso sencillo de fitomejoramiento que empodera a los agricultores y a sus instituciones. La participación de los agricultores y sus opiniones se consideran clave para el proceso de selección y mejora de semillas. Dado que las instituciones comunitarias, como los bancos comunitarios de semillas, se crean y participan en la producción, distribución y venta de semillas en la comunidad local, contribuyen a reforzar el sistema local de semillas y la gestión en las explotaciones de las variedades locales. El proceso de fitomejoramiento en comunidades de base genera datos básicos sobre las características varietales y se selecciona la variedad preferida por el agricultor, ya que puede utilizarse con confianza como parental en las actividades de fitomejoramiento para su posterior desarrollo. El fitomejoramiento en comunidades de base es muy sencillo y todas las actividades se llevan a cabo en el campo de los agricultores; no requiere grandes recursos ni mucho tiempo. En el caso de Nepal, la reglamentación sobre semillas contiene una disposición especial para el registro de variedades locales que han excluido el requisito de distinción, homogeneidad y estabilidad (DHE). También es un proceso de reconocimiento de la contribución de los agricultores, de mejora del acceso a semillas de calidad por parte de las comunidades locales y de obtención de los derechos de los agricultores, como se indica en el artículo 9 del Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (ITPGRFA). Los ejemplos que se presentan en este capítulo están relacionados con los cultivos que se realizan en tierras marginales y en condiciones de crecimiento difíciles: estos cultivos son resistentes al clima.

REFERENCIAS

Gurung, R., Sthapit, S.R., Gauchan, D., Joshi, B.K. and Sthapit, B.R. (2016) Baseline survey report: II. Ghanpokhara, Lamjung. Integrating traditional crop genetic diversity into technology: using a biodiversity portfolio approach to buffer against unpredictable environmental change in the Nepal Himalayas. LI-BIRD, NARC and Bioversity International, Pokhara, Nepal.

Parajuli, A., Subedi, A., Adhikari, A.R., Sthapit, S.R., Joshi, B.K., Gauchan, D., Bhandari, B. and Sthapit, B.R. (2016) Baseline survey report: IV. Chhipra, Humla. Integrating traditional crop genetic diversity into technology: using a biodiversity portfolio approach to buffer against unpredictable environmental change in the Nepal Himalayas. LI-BIRD, NARC and Bioversity International, Pokhara, Nepal.

Sthapit, B.R., Khadka, K., Shrestha, P., Subedi, S. and Poudel, I. (2013) 5.2 Grassroots breeding of local crops and varieties in support of community biodiversity management and resilience in Nepal. In: de Boef, W.S., Subedi, A., Peroni, N., Thijssen, M. and O’Keeffe, E. (eds), *Community Biodiversity Management*. Routledge, United Kingdom, pp. 267–273.

Sthapit, B.R. and Rao, V.R. (2009) Consolidating the community’s role in local crop development by promoting farmer innovation to maximize the use of local crop diversity for the well-being of people. *Acta Horticulture* 806. International Society for Horticultural Science. Leuven, Belgium. 669 to 676 pp.

Vortrag auf dem Seminar



Grassroots breeding of future smart crops, better adapted to climate change: Learnings from Nepal's experience

UPOV Seminar on the Role of Plant Breeding and Plant Variety Protection in Enabling Agriculture to Mitigate and Adapt to Climate Change

Pitambar Shrestha and Niranjan Pudasaini

12 October 2022, Virtual Seminar

Local Initiatives for Biodiversity,
Research and Development (LI-BIRD)
www.libird.org | info@libird.org



Outline

- **National context**
 - Geography, climate and climate change
 - Smallholder farmers and plant breeding
- **Concept of the grassroots breeding**
- **Grassroots breeding of future smart crops: case examples**
 - Foxtail Millet, Finger Millet, Proso-millet, Amaranth
- **Lessons learned**



National context

Geography, climate and climate change

- Geographically, Nepal's land has been divided as **High Mountains, Mid-hills, Siwalik and Terai** with climatic characteristics varying from **tropical to alpine condition** within a lateral span of 200 Km.
- The meteorological data indicate consistent warming and rise in the maximum temperature at an annual rate of **0.04 to 0.06 °C** (NAPA) where as the **annual precipitation is on the general decline**.
- The **impact of such changes in agriculture is tremendous**, so the future research and development should consider developing climate resilient crop varieties, breeds and technologies.

Smallholder farmers and plant breeding

- The crops such as **Foxtail Millet, Finger Millet, Proso-millet and Amaranth** are known as climate resilient and future smart crops as these crops are cultivated in harsh growing conditions, **has high level of nutritional properties**, and often cultivated by smallholder farmers.
- So far, the formal plant breeding programme in Nepal has paid **no attention on crops such as Foxtail Millet, Proso-millet and Amaranth** except on **Finger Millet**.
- Farmers have little or no option of cultivating these crops to feed the family in some areas. Hence interventions on these crops contribute to food security and income of the smallholder farmers.



Concept of the grassroots breeding

- Grassroots breeding is a simple approach to plant breeding - **selection from existing diversity** of traditional varieties by farmers under the targeted environment.
- The breeding process involves **need assessment, diversity assessment, selection of preferred traits, registration of the selected line in the National Seed Board (NSB), seed multiplication** and distribution.
- It's a process of bringing farmers' variety under the formal domain



Finger Millet,
Jumla



Amaranth,
Jumla



Proso-millet,
Humla



Foxtail Millet,
Lamjung

Source: Sthapit and Rao 2007





Grassroots breeding of future smart crops

Case example 1: Bariyo Foxtail Millet, Ghanpokhara, Lamjung District

Background

- Foxtail millet was a major **staple food crop 30-40 years ago** in the area
- But its cultivation started declining due to expansion of the road network in the village as people started eating rice from market. **Only 10% households found cultivated** it on an average area of 635 Sqm/household producing 89.4 kg/household (Household Survey Report 2016).
- Foxtail millet was **jointly identified** by the community and the Local Crop Project team **for seed selection and enhancement** in 2015.
- **15 landraces** including accession from the National Genebank and another project sites, and six locally available varieties were evaluated on farm.
- **Bariyo Kaguno** (from Ghanpokhara) was preferred by the local community due to high yielding, good taste and relatively larger grain size.

Locally available diversity of Foxtail Millet

Rato FM Kalo FM Bariyo FM Tinmase FM



Bariyo Foxtail Millet plot in 2022



Grassroots breeding of future smart crops

Case example 1: Bariyo Kaguno (Bariyo Foxtail Millet), Ghanpokhara, Lamjung District (Contd.)

The Grassroots breeding process

- Seed samples of **Bariyo Kaguno** were collected from five custodian farmers, it was mixed and planted in the farmers field.
- True to **Bariyo Kaguno** type panicles were selected jointly by farmers and scientists.
- Seeds of the selected panicles were multiplied and distributed to many farmers. Market linkage was developed for grain.
- Data were collected and the variety was registered in the National Seed Board by Ghanpokhara Community Seed Bank.
- The Ghanpokhara Community Seed Bank produces and supplies quality seed in the locality and surrounding districts.

Photo: Seed production plot of the Bariyo Foxtail Millet conducted by the Ghanpokhara CSB in 2022.





Grassroots breeding of future smart crops

Case example 2: *Rato Kodo* (Red Finger Millet), Hanku, Jumla District

Background and the grassroots breeding process

- **Finger Millet** was identified as a mandate crop for research by the Local Crop Project in 2015,
- **49 varieties were collected** from different sources and tested at Hanku, Jumla including *Rato Kodo* (Red Finger Millet) of the same locality.
- The *Rato Kodo* from Hanku, Jumla performed well compared to other varieties in terms of **grain yield, grain size and thresh ability**
- Seed samples of ***Rato Kodo* were collected from various locations** to capture the diversity and it was mixed.
- **True type of *Rato Kodo* panicles were selected** from the bulk population, it was further multiplied and the seed was distributed to many farmers.
- Required information was collected and the **variety was registered** in the National Seed Board by Hanku Community Seed Bank, Jumla.
- Hanku Community Seed Bank, Jumla produces and distributes seed of the registered variety every year.



Grassroots breeding of future smart crops

Case example 3: *Rato marse* (Red amaranth), Hanku, Jumla District

Background and the process of grassroots breeding

- A mandate crop identified for research at Jumla District by the **Local Crop Project** in 2015.
- It was **grown by 30%** of the households at the Hanku Village of Jumla District. It is planted as a **boarder crop** rather than as a main crop.
- Several accessions collected from around the community were tested at Talium Village including *Rato Marse* (Red Amaranth) of the same locality.
- ***Rato Marse* from Talium, Jumla was preferred** by farmers compared to other varieties due to high yielding and large grain size.
- **Panicle selection was performed, seed was multiplied and distributed** to many farmers.
- Required information was collected and the **variety was registered** in the National Seed Board.
- Hanku Community Seed Bank, Jumla produces and distributes seed of the registered *Rato Marse* every year.





Grassroots breeding of future smart crops

Case example 4: *Dudhe Chino* (Milky Proso-millet), Chhipra, Humla District

Background and the grassroots breeding process of

- A mandate crop identified for research at Humla District by the **Local Crop Project** in 2015.
- It was **grown by 89% of the households** at the Chhipra Village of Humla District, **second most common cereal crop** after finger millet in the district.
- **22 accessions were collected and tested** at Chhipra Village including *Dudhe Chino* (Milky Proso-millet) of the same locality.
- The *Dudhe Chino* from Chhipra, Humla preferred compared to other varieties in terms **of taste and easy processing/de-husking**,
- Panicle of true type of *Dudhe Chino* were selected from different farms, it was multiplied and the seed was distributed to many farmers,
- Required information was collected and the **variety was registered** in the National Seed Board by Chhipra Community Seed Bank, Humla.
- Chhipra Community Seed Bank, Humla produces and distributes seed of the registered variety every year.



Lessons learned

- **The grassroots breeding has multiple advantages** – a simple process of plant breeding that empowers farmers and their institutions; strengthens the local seed system and on-farm management of local varieties/agrobiodiversity. Thus countries with reach crop diversity should consider grassroots breeding as a strategy to cope with climate change.
- **Advantages to plant breeders:** They can confidently use the grassroots breeding bred varieties in their breeding programme as parents - basic information about the variety is easily available.
- **An innovation that happens in the farmers field:** Grassroots breeding does not require a huge amount of resources and time. There is no need of DUS and IP low. Thus, research institute should support farmers' organization to work on such initiatives that also contribute to the realization of Farmers' Rights as outlined in the Article 9 of the ITPGRFA.
- **Local solution to fight climate change:** The cases shared are examples of how locally adapted crops promoted through grassroots breeding can contribute to meet local needs.



Acknowledgment:

- Farming communities and four community seed banks of LCP sites,
- UNEP/GEF, MoALD Nepal
- Bioversity International, NARC/National Genebank.

**Local Initiatives for Biodiversity,
Research and Development (LI-BIRD)**
www.libird.org | info@libird.org

Further information:

www.libird.org

info@libird.org

pitambar@libird.org



ESTRATEGIAS DE LAS EMPRESAS HORTÍCOLAS PARA ABORDAR EL IMPERATIVO DE PRODUCIR MÁS ALIMENTOS EN CONDICIONES CADA VEZ MÁS INHÓSPITAS Y MANERA EN QUE EL SISTEMA DE DERECHOS DE OBTENTOR/A PUEDEN AYUDAR A ESTOS/AS A HACER FRENTE A DICHS IMPERATIVOS

Sra. Astrid Schenkeveld

Especialista en Derechos de Obtentor y Registro de Variedades, Rijk Zwaan, Zaadteelt en Zaadhandel B V, Países Bajos

El desafío es claro: habrá más bocas para alimentar (10 mil millones a nivel mundial en 2050) con recursos cada vez más escasos (energía, agua, tierras cultivables). El fitomejoramiento tiene varios secretos para alcanzar soluciones sustentables. Para permitir que los obtentores exploren, desarrollen e implementen estas soluciones, se deben cumplir ciertas precondiciones.

Una de ellas es un sistema de protección de la PI que sea sólido, eficaz y aplicable; sin embargo posible. El Acta de 1991 del Convenio de la UPOV dispone el sistema para proteger las variedades vegetales permitiendo la innovación.

Una empresa dedicada al fitomejoramiento como Rijk Zwaan contribuye a la seguridad alimentaria y la nutrición y a una agricultura climáticamente inteligente al generar variedades:

- con cosechas mayores y la resistencia correcta;
- aptas para nuevos métodos de cultivo que deriven en una mayor productividad y un cultivo más sustentable (con ahorro de agua) como el hidropónico;
- que sean capaces de lidiar mejor con condiciones inhóspitas como el calor, la sequía y la salinidad, lo que causa problemas a los agricultores, por ejemplo, en Medio Oriente. Rijk Zwaan tiene un equipo de investigación enfocado en el estrés abiótico;
- con una mayor vida útil;
- para casi todos los mercados a nivel mundial, y específicamente para África y Asia. Por ejemplo, para el mercado africano, hemos desarrollado variedades (híbridas) mejoradas de cultivos tradicionales como el pimiento picante africano, la berenjena africana y el kale africano. Esto nos permite compartir nuestro conocimiento e instruir a los agricultores (p. ej. por medio de asociaciones de los sectores público y privado como el proyecto Seeds of Expertise for the Vegetable Sector in Africa [SEVIA]). La imagen 1 muestra una de nuestras variedades híbridas de habanero, un cultivo tradicional africano mejorado. En lugar de 1 kg (variedad tradicional), la variedad mejorada produce de 3 a 4 kg por planta.

Una de las soluciones fundamentales de las empresas dedicadas al fitomejoramiento que ofrece resistencia al desarrollo. Algunos ejemplos son:

- variedades de melón que ofrecen resistencia intermedia (IR) al pulgón del algodón. El pulgón del algodón es un vector de virus específicos. Debido a su resistencia, los pulgones no pueden multiplicarse. Como consecuencia, se necesitan menos productos de protección de cultivos para mantener al cultivo sano.
- variedades de pepino que ofrecen resistencia alta (HR) al virus del mosaico (CGMMV). Luego de la infección



Figura 1

con el virus del mosaico, las plantas de estas variedades de pepino continúan creciendo con normalidad. No se manifiestan síntomas del virus, o muy pocos, en las plantas o en los frutos, lo que da como resultado una mejor calidad y producción que en las plantas normales (susceptibles) infectadas por este virus. El virus se multiplica de manera más lenta en las plantas que en el caso de las variedades de pepino normales (susceptibles). Por ende, la concentración del virus en la planta es mucho menor, lo que reduce la propagación de planta a planta de manera considerable.

- variedades de pimiento que ofrecen resistencia intermedia al mildiu polvoroso (*Leveillula taurica* [Lt]). Esto significa que son menos susceptibles al daño causado por el mildiu que las variedades estándar. Las variedades son capaces de reducir el crecimiento y desarrollo del mildiu.

Los beneficios incluyen:

- ahorro de costos;
- mejores condiciones de trabajo;
- un ambiente más propicio a los enemigos naturales del mildiu, por lo tanto, se necesitan cada vez menos agentes de protección del cultivo;
- menor residuo de acuerdo con los deseos de los comerciantes

Variedades de pepino que ofrecen una resistencia intermedia (IR) al *Fusarium oxysporum f. sp. cucumerinum*. El *Fusarium* es un hongo del suelo y del sustrato que infecta el sistema de raíces. Este hongo puede permanecer por largos períodos en el suelo. Una vez que infectó a las plantas, el *Fusarium* causa inicialmente que solo unas pocas hojas apenas se marchiten, y las plantas se podrían recuperar los primeros días bajo condiciones oscuras. Pocos días después de la primera infección, las plantas ya no se pueden recuperar más y se marchitarán por completo. En consecuencia, estas plantas son una fuente de infección de otras plantas en el invernadero. La desinfección del suelo e injertar las plantas han sido las únicas soluciones hasta ahora. Con nuestras variedades resistentes al *Fusarium*, ofrecemos una nueva línea de defensa para los cultivos de pepino.

Una de las soluciones de las empresas dedicadas al fitomejoramiento para aumentar la productividad y hacer el cultivo más sustentable (por el ahorro de agua) es la hidroponía. La producción hidropónica de cultivos como la lechuga es cada vez más popular en todo el mundo. Rijk Zwaan ha estado trabajando por varios años en variedades aptas para crecer en el agua. Hemos desarrollado una amplia gama de hortalizas frondosas que son específicamente aptas para los métodos de producción hidropónica. Al desarrollar variedades que puedan crecer en el agua, Rijk Zwaan le presta atención a aspectos como el crecimiento rápido y compacto, la falta de bordes de hojas delicados, buena intensidad de color en el caso de las variedades rojas, un cultivo sano y uniforme y la facilidad en el procesamiento y empaquetado.

Los sistemas de crecimiento a base de agua hacen que sea posible producir lechuga a través de un uso eficaz del agua y nutrientes y sin uso o uso limitado de agentes de protección de cultivos. Por ende, ayudamos a los productores a satisfacer la necesidad que tienen los consumidores, los minoristas, las empresas gastronómicas y los procesadores, de obtener productos limpios y sostenibles. Las hojas están libres de arena, polvo y suciedad, por eso ya no es necesario lavar la lechuga minuciosamente para eliminar dichos residuos. La iluminación LED permite a los productores proporcionar la cantidad precisa de luz para estimular el crecimiento óptimo del cultivo. Los cultivos pueden incluso producirse en varias capas, lo que aumenta la eficacia. Además, la producción es estable ya que la cosecha es menos dependiente del clima natural. Como resultado, los comerciantes también pueden colaborar con los productores en los países con condiciones de suelo deficientes.

Otra solución para alcanzar la sostenibilidad surge de la creación de variedades, lo que contribuye a la reducción de desperdicios. En este caso, la característica es el retraso en la oxidación en la lechuga recién cortada, que hemos introducido como un carácter adicional del examen DHE de la Oficina Comunitaria de Variedades Vegetales (OCVV) como Hoja: decoloración inducida por heridas.

Convenience es una tendencia importante en las hortalizas y representa también una manera de incrementar su consumo. Una de nuestras innovaciones más recientes con relación a convenience es: una característica que retrasa la oxidación en la lechuga cortada. Como resultado, esta característica prolonga la vida útil y por ende reduce los desperdicios. Rijk Zwaan ya ha introducido esta característica en aproximadamente diez tipos de lechuga. Este es el resultado de diez años de trabajo de investigación. Esta característica implica que ya no será necesario empaquetar la lechuga en envases con bajo contenido en oxígeno, lo que reduce los costos y ofrece más opciones para hacer mezclas. Una mayor vida útil también contribuye a la reducción de residuos alimenticios. Y debido a que la lechuga se mantiene fresca por más tiempo en los hogares de los consumidores, hay mayores probabilidades de que vuelvan a comprar y por ende de aumentar las ventas.

Sin acceso a los recursos genéticos no hay futuro. Existen, aproximadamente, cuatro fuentes:

- colección propia;
- material *in situ* (parientes silvestres);
- material *ex situ* (bancos de germoplasma, mercados);
- variedades competidoras.

Las variedades competidoras pueden utilizarse con el permiso del obtentor según los derechos de los obtentores.

Tener acceso o utilizar estas fuentes no es suficiente. Recién ahora comienza el proceso de cultivo. Toma en promedio de 6 a 16 años, dependiendo de las especies y la complejidad de la característica deseada, desarrollar una nueva variedad hortícola comercial. La innovación en el fitomejoramiento puede acelerar el desarrollo, pero el desarrollo de la variedad no implica solamente cultivar; también es necesario analizar nuevas variedades en la práctica antes de introducirlas al mercado y de producir sus semillas, lo que requiere varios años. Cabe mencionar que esto involucra una gran inversión en I+D. Rijk Zwaan invierte alrededor del 30 % de su facturación anual en I+D. Esto se reduce a 160 millones de euros al año. El rendimiento de la inversión es necesario para continuar desarrollando nuevas variedades.

En conclusión, podemos decir que el sistema de reglamentación sobre los derechos de obtentor ayuda a los obtentores a hacer frente a estos desafíos ya que:

- la exención de los obtentores hace posible la innovación abierta;
- le permite al obtentor obtener la ganancia necesaria de la inversión.

Estos dos factores hacen que los derechos de obtentor sean el sistema de protección de PI para las obtenciones vegetales, por lo que nosotros y otras empresas puedan seguir utilizando las fuentes e invirtiendo para encontrar soluciones a los desafíos de hoy para beneficiar a los agricultores y consumidores.

Vortrag auf dem Seminar




Sharing a healthy future




Vegetable company strategies to address the challenge of producing more food under increasingly harsh conditions and how the PBR system can help breeders to cope with such challenges

UPOV Seminar session 3
Astrid Schenkeveld – October 12, 2022



Contribution to food & nutrition security and climate-smart agriculture



Breeding is key to...

- increase yields in a sustainable way
- develop resistant varieties, allowing growers to use less pesticides
- find solutions to abiotic stress like heat, drought, salinity
- extend shelf life
- improve traditional varieties

Examples




RIJK ZWAAN





- Strong focus on resistance breeding
 - against *aphids* > less use of chemicals
 - against *mosaic virus* > better quality/higher yield
 - against *leveillula taurica* > less chemicals, lower residue level
 - against *Fusarium oxysporum f. sp. Cucumerinum* > prevents loss of plants, better yield

Ag DEFENSE Bon DEFENSE For DEFENSE Lt DEFENSE

Examples




RIJK ZWAAN




Hydroponics

- Clean and soilless, water-based growing method
- Efficient use of nutrients and water
- No or limited use of crop protection agents
- Stable and higher yield, less dependent on natural climate


Examples


RIJK ZWAAN



Delayed pinking of fresh cut lettuce (**Leaf wound-induced discoloration**)

- Extended shelf life
- Less waste
- Suitable for Food Service
- Stronger against cracking
- Less sensitive for leaking seals



Access to genetic variation
is essential for breeding


RIJK ZWAAN

- Own collection
- In situ material (wild relatives)
- Ex situ material (genebanks, markets)
- Competitor varieties



The role of plant breeder's rights



- Return on investment is necessary to continue developing new varieties
- PBR is THE IP protection system: providing adequate protection, while others can continue to find solutions to today's challenges – Open Innovation



Sharing a healthy future



Closing remarks

a.schenkeveld@rijkszwaan.nl

PREGUNTAS

NGWEDIAGI Patrick (Sr.), Presidente del Comité Administrativo y Jurídico de la UPOV (moderador)

Ahora se dará lugar a una sesión de preguntas y respuestas que durará diez minutos.

Cada participante puede hacer sus preguntas.

HUERTA, Yolanda (Sra.), consejera jurídica y directora de Formación y Asistencia de la UPOV

Patrick, hay una pregunta de Noluthando de Sudáfrica.

NGWEDIAGI, Patrick (Sr.), presidente del Comité Administrativo y Jurídico de la UPOV (moderador)

Noluthando, adelante.

NETNOU-NKOANA, Noluthando (Sra.), directora de Recursos Genéticos del Departamento de Agricultura, Desarrollo Rural y Reforma Agraria (Pretoria, Sudáfrica)

Buenos días, colegas. Mi pregunta es para Pitambar sobre el fitomejoramiento en comunidades. Creo que en Nepal.

NGWEDIAGI, Patrick (Sr.), presidente del Comité Administrativo y Jurídico de la UPOV (moderador)

En Nepal.

NETNOU-NKOANA, Noluthando (Sra.), directora de Recursos Genéticos del Departamento de Agricultura, Desarrollo Rural y Reforma Agraria (Pretoria, Sudáfrica)

Sí. Solo querría saber cuáles son los criterios aplicados para registrar las variedades en el catálogo. Gracias.

NGWEDIAGI, Patrick (Sr.), presidente del Comité Administrativo y Jurídico de la UPOV (moderador)

Pitambar, tiene la palabra.

SHRESTHA, Pitambar (Sr.), asesor del programa LI-BIRD (Pokhara, Nepal) (conferenciante)

Muchas gracias por la pregunta. Antes mencioné en mi presentación que nuestra legislación tiene una disposición diferente para el registro de las variedades de los agricultores. Así es, tenemos una disposición diferente; no puedo explicarle en detalle todos los criterios, pero básicamente el formato tiene en cuenta información básica, prácticas agronómicas, las prácticas de los agricultores y otros rasgos cualitativos y cuantitativos según las experiencias de los agricultores. Los datos se obtienen al entrevistar a entre diez y veinte agricultores y esa información se utiliza para elaborar una propuesta. Es muy simple. Son datos muy simples.

En nuestro caso, con nuestro apoyo, los agricultores pueden desarrollar una propuesta y pueden defender su propuesta para el registro de variedades en la Junta Nacional de Semillas.

En este momento solo puedo decir que es muy simple y, si quiere saber más sobre el proceso de registro de variedades luego del fitomejoramiento en comunidades, puede enviarme un correo electrónico. Le puedo brindar información detallada.

También habíamos organizado un evento paralelo sobre el proceso de registro de variedades locales en la novena sesión del Órgano Rector del Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (TRFAA) que se llevó a cabo recientemente en Nueva Delhi. Así que podemos compartir muchas presentaciones y otra información sobre el proceso de registro de variedades luego del fitomejoramiento en comunidades. Gracias.

NGWEDIAGI, Patrick (Sr.), presidente del Comité Administrativo y Jurídico de la UPOV (moderador)

Gracias, Pitambar. Creo que la pregunta de Noluthando surge porque usted dijo que no realizan exámenes DHE. Entonces, si no realizan exámenes DHE, pienso que la pregunta que sigue es cómo diferencian las variedades. Por supuesto que, si queremos los detalles, podemos contactarlo, pero creo que queríamos saber cómo diferencian las variedades si no las describen.

SHRESTHA, Pitambar (Sr.), asesor del programa LI-BIRD (Pokhara, Nepal) (conferenciante)

Generalmente, usamos los criterios de los agricultores, cómo los agricultores describen la variedad. Así se describe en la propuesta y se presenta en la Junta Nacional de Semillas. Eso es lo que puedo decir ahora. Gracias.

NGWEDIAGI, Patrick (Sr.), presidente del Comité Administrativo y Jurídico de la UPOV (moderador)

Muchas gracias.

SESIÓN TEMÁTICA 4:

fitomejoramiento para la adaptación al cambio climático y su mitigación en la agricultura: estrategias y técnicas de fitomejoramiento

Moderator: Sr. Manuel Toro Ugalde,
Sr. Manuel Antonio Toro Ugalde, vicepresidente del Comité Administrativo y Jurídico de la UPOV

“Un futuro verde inteligente” y “resiliencia al cambio climático como base de los programas de mejoramiento”

Sra. Emma Brown, directora general de variedades vegetales, et Sr. Zac Hanley, director general de Ciencia, y, Plant & Food Research (Nueva Zelanda)

Uso de nuevas tecnologías (marcadores moleculares y mejoramiento acelerado) en la obtención de variedades de cereales tolerantes a la sequía en Marruecos

Sr. Moha Ferrahi, jefe de DACRG, División Científica del Institut national de la recherche agronomique, Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas (INRA) (Marruecos)

Mejoramiento para el futuro

Sr. Stefan van der Heijden, asociado, Innova Connect (Países Bajos)

El papel de los caracteres varietales en la huella climática (resistencia a las enfermedades, uso de nitrógeno y rendimiento)

Sr. Morten Lillemo, profesor, Universidad Noruega de Ciencias Biológicas, Profesorado de Biociencias (Noruega)

Preguntas

Investigaciones en variedades de cultivo que atienden las necesidades del mercado y están adaptadas a las condiciones climáticas : (toleran los estreses biótico y abiótico

Sr. Francis Kusi, Director en funciones y Sr. Joseph Adjebeng-Danquah, Científico superior de investigación, del Instituto de Investigación Agrícola de la Sabana, Instituto de Investigación Científica e Industrial (CSIR-SARI), Investigador principal (Resistencia de la planta huésped) (Ghana)

Mejoramiento genético por mutagénesis de cultivos oleaginosos para hacer frente al cambio climático: el caso de la colza y el sésamo

Sr. Abdelghani Nabloussi, investigador del CRRRA de Mequinez, Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas (INRA) (Marruecos)

Conexión de diferentes grupos de investigación en pos de un mejoramiento más acertado

Sr. Muath Alsheikh, Jefe de Investigación y Desarrollo, Graminor AS (Noruega)

Avances en la obtención de nuevas variedades más adaptadas al cambio climático en cultivos y forrajes: una perspectiva sudamericana

Dr. Fernando ortega kose

Programa de mejoramiento para mitigar el cambio climático y las presiones ambientales en los cultivos

Sr. Dave Bubeck, director de investigaciones, Corteva (Estados Unidos de América)

Preguntas

“UN FUTURO VERDE INTELIGENTE” Y “RESILIENCIA AL CAMBIO CLIMÁTICO COMO BASE DE LOS PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO”

Sra. Emma Brown

Directora general de variedades vegetales, Plant & Food Research, Nueva Zelanda

Sr. Zac Hanley

Director general de Ciencia, y, Plant & Food Research, Nueva Zelanda

The New Zealand Institute for Plant and Food Research Limited, en maorí Rangahau Ahum ra Kai (Plant & Food Research), es un instituto estatal de investigación de Nueva Zelanda y está financiado por los sectores público y privado. Al ser un instituto de investigación de la corona, el objetivo principal de Plant & Food Research es aumentar el valor y la productividad de las industrias hortícola, agrícola, marisquera y de alimentos y bebidas con el propósito de contribuir al crecimiento económico y a la prosperidad medioambiental y social del país

Nuestra misión

Crear los sistemas de producción de alimentos más sostenibles de todo el mundo

Creemos que, a través de la ciencia, podemos hacer del mundo un lugar mejor y que, trabajando juntos, podemos crear un futuro verde inteligente tanto para Nueva Zelanda como para el resto del mundo. Para nosotros, un futuro verde inteligente significa utilizar todo el conocimiento disponible para producir alimentos sanos y nutritivos con los recursos que ofrece la tierra y el mar, al tiempo que se garantiza la protección del medio ambiente y la creación de oportunidades para las futuras generaciones.

Para lograr su objetivo, Plant & Food Research tiene un amplio abanico de actividades científicas en toda la cadena de valor y en diversos sectores, como la gestión y la inversión en programas de fitomejoramiento, tanto en solitario como con socios locales y del extranjero. Mediante estos programas de fitomejoramiento, Plant & Food Research ha logrado crear variedades líderes en el mundo que sustentan marcas como Jazz™, Envy™, Rockit™ y SunGold™ Kiwifruit. Las variedades que ha producido el instituto aportan miles de millones de dólares neozelandeses a la economía del país. Esperamos poder repetir este éxito en un futuro.

El desarrollo de nuevas variedades requiere décadas de trabajo. Si bien las nuevas tecnologías podrían ayudar a acelerar el desarrollo, la inversión que se necesita es muy elevada. Un programa a escala competitiva de nivel internacional para un exportador importante o un proveedor nacional requiere una inversión mínima de aproximadamente 1 millón de dólares neozelandeses (600 000 euros) al año, y la inversión necesaria es proporcional a la complejidad y la oportunidad. Una protección eficaz de la propiedad intelectual de las obtenciones vegetales a nivel del Convenio de la UPOV y de la legislación nacional debe tener en cuenta los plazos, la posible aparición de nuevas tecnologías y el considerable intervalo de tiempo entre la inversión y el rendimiento comercial. El ritmo cambiante de la innovación en los modelos de desarrollo y comercialización de variedades es también un factor determinante en este entorno cambiante y de cara al cambio climático.

La innovación en el fitomejoramiento es un factor clave para el éxito de las industrias primarias de base biológica. Es por esto que es esencial una sólida protección de la PI de las obtenciones vegetales que equilibre los intereses de los obtentores, los productores y la sociedad para que la horticultura y la agricultura acompañen al futuro de Nueva Zelanda.

PROGRAMAS DE FITOMEJORAMIENTO DE PLANT & FOOD RESEARCH

En Nueva Zelanda se encuentra la mayoría de los programas de fitomejoramiento de Plant & Food Research, además, contamos con 14 centros de investigación concentrados en las regiones más importantes de productividad agrícola.



Llevamos a cabo una amplia gama de programas de fitomejoramiento en diversas especies, que varían en escala y objetivos. Para algunas especies llevamos a cabo múltiples programas de fitomejoramiento con distintos objetivos y en diferentes regiones de Nueva Zelanda y de todo el mundo. Nuestros programas de fitomejoramiento actuales incluyen (aunque no se limitan a): kiwi, manzana, pera, uva, grosella negra, arándano, frambuesa, boysenberry, mora, albaricoque, lúpulo, kiwiberry, papa, guisante, trigo, cebada, avena, portainjertos para varias especies y especies ornamentales como *Gentiana* y *Limonium*. Además, llevamos a cabo programas de fitomejoramiento en el extranjero junto con nuestros socios comerciales. Esto permite aumentar la resistencia de nuestras variedades candidatas al clima cambiante, poniéndolas a prueba en climas diferentes a los de Nueva Zelanda. Entre los programas, figuran:

- el Programa de climas cálidos, un programa de fitomejoramiento de manzanas y peras ubicado en Cataluña, España, en el que colaboramos con nuestros socios del Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias (IRTA), Fruit Futur y VentureFruit Global Limited;
- un programa de frambuesas cosechadas a máquina situado en el estado de Washington, EE.UU. y operado por nuestra empresa conjunta Pacific Berries LLC;
- un programa de pitahaya en estrecha colaboración con nuestros socios Southern Horticultural Research Institute (SOFRI) en Viet Nam;
- un programa de portainjertos de manzana dirigido por nuestros socios y ubicado en China.

Desafíos mundiales y nuevas técnicas de mejora

Los programas de fitomejoramiento de todo el mundo se enfrentan a desafíos en común y, al igual que Plant & Food Research, están empezando a reaccionar. Los sistemas de producción de pienso, forraje y fibra son objeto de escrutinio por sus emisiones de carbono, que se prevé que alcancen los 15 Gt de equivalentes al dióxido de carbono en 2050. Esta cifra está muy por encima del objetivo de 4 Gt necesarios para mantener el calentamiento global por debajo de los 2 °C. La innovación en las variedades es más que una inversión inteligente para obtener beneficios económicos en este siglo; es una necesidad social.

Al mismo tiempo, el desarrollo de variedades altamente productivas y sin insumos externos es esencial, ya que existe un déficit del 52 % entre la demanda de alimentos prevista para 2050 y la actual producción mundial de alimentos. Las nuevas variedades cultivadas y los nuevos sistemas de cultivo siempre han tenido como objetivo mejorar la eficiencia de la producción, generando más nutrientes con los mismos o menos insumos y el mismo impacto. El desafío actual es de una magnitud sin precedentes. El mundo necesita obtenciones vegetales que proporcionen saltos en la producción sin que desaparezcan los insumos y que solo tengan impactos positivos. Necesitamos mejores variedades cultivadas y a una mayor rapidez.

Es poco probable que los enfoques de mejora y los sistemas de protección de la propiedad intelectual existentes, como la protección de las obtenciones vegetales, puedan hacer frente a este desafío urgente. Algunas nuevas tecnologías de mejora, como la edición genética, pueden ofrecer más seguridad en determinadas aplicaciones, pero no brindan una solución global mientras estén reguladas de forma diferente por las distintas jurisdicciones nacionales. No todos los consumidores son conscientes de la magnitud del reto al que se enfrentará la producción de alimentos en el futuro y del papel que pueden desempeñar estas tecnologías; es por esto que adoptan una actitud cautelosa, lo que crea pocos incentivos incluso para avanzar en los debates sobre la reforma de las normativas. Las tecnologías de mejora existentes también están expuestas a incertidumbres, lo que puede desincentivar la inversión en la innovación necesaria. La protección de la PI de las obtenciones vegetales es, como ocurre con las leyes de edición genética, un “mosaico normativo”, ya que los distintos países adoptan enfoques diferentes en la aplicación de los Convenios de la UPOV.

Sin embargo, se produce la innovación. Se genera una inversión, se obtienen beneficios. ¿Es suficiente este ritmo? Hay lugar para la esperanza. Las bases moleculares de los rasgos comerciales –los genes, las causas celulares subyacentes– están empezando a ser susceptibles de mejora. Rasgos como la floración vertical y la ramificación

(importantes para el cultivo en sistemas de contenedores de alto rendimiento y de ambiente controlado) son objetivos de mejora. Existen posibilidades que aún no han sido exploradas, como la domesticación acelerada de nuevas especies vegetales en años en lugar de milenios. Las ciencias fundamentales pueden combinarse con una mejor comprensión de las necesidades y deseos de los consumidores y productores a medida que la sociedad y el clima cambian más rápido que nunca. La inversión que se requiere es elevada, pero la magnitud de la crisis exige una respuesta contundente.

ESTRATEGIA DE PROPIEDAD INTELECTUAL DE OBTENCIONES VEGETALES

Nuestras estrategias de comercialización y de propiedad intelectual de las obtenciones vegetales varían según la especie, el socio comercial y la variedad. Las estrategias de propiedad intelectual y las estrategias de comercialización van de la mano, por lo que ambas están interrelacionadas y se sustentan mutuamente. Primero consideramos dónde se propagará y cultivará la variedad, dónde se venderá el material cosechado y dónde estaría potencialmente en peligro sin una protección de las obtenciones vegetales.

También tenemos en cuenta los instrumentos legislativos y el alcance de protección de los que disponemos, si la legislación en que se basa es la UPOV 91, la UPOV 78 o un régimen novedoso y si hay matices particulares en la legislación de cada país que debemos tener en cuenta. También consideramos otras herramientas legislativas de la propiedad intelectual, como las marcas registradas, y si tenemos o nuestro socio comercial tiene intención de utilizarlas, ya sea una marca colectiva o una marca individual.

Coevolución de las estrategias de mejora y de protección

A medida que el clima cambia y nuestros programas de fitomejoramiento producen nuevas variedades para satisfacer estas necesidades también cambiantes, nuestras estrategias de comercialización y de propiedad intelectual también evolucionan. Por ejemplo, dado nuestro clima cambiante, deben poder dar cuenta de qué lugares serán adecuados para cultivar en un futuro.

Estamos llevando cultivos a países en los que aún no se ha cultivado a gran escala ni habían recibido protección a la propiedad intelectual de las obtenciones vegetales, como es el caso de la pitahaya en Nueva Zelanda.

Esto implica, ahora más que nunca, una cuidadosa planificación para gestionar varios temas urgentes, por ejemplo:

- la logística de los materiales agrícolas, el cruce de las fronteras y atravesar la cuarentena con las nuevas especies;
- generar el tiempo suficiente para realizar pruebas y evaluaciones en nuevas regiones y países;
- los posibles acontecimientos que desencadenan novedades deben equilibrarse con la necesidad de evaluar, que varía según la jurisdicción y la interpretación regional ocasional;
- los híbridos interespecíficos, que plantean un reto tanto para la cuarentena transfronteriza como para las descripciones objetivas adecuadas y las variedades de referencia pertinentes;
- la planificación anticipada con ventanas cortas de novedad y oportunidad para asegurar la propiedad intelectual de las obtenciones vegetales con climas cambiantes que abren y cierran oportunidades de comercialización;
- el reto que supone que los rasgos morfológicos y fenotípicos esenciales puedan expresarse de forma diferente en distintos modelos de producción, por ejemplo, en un sistema de cultivo tradicional sobre uno realizado en ambientes controlados.

CONCLUSIÓN

La búsqueda de un futuro verde inteligente tanto para nosotros como para todos los programas de fitomejoramiento con un enfoque global requiere cambios rápidos. La inversión en tecnologías de innovación más drásticas para las estrategias de fitomejoramiento tiene que aumentar mucho más que de forma incremental. Este es un tema urgente. Para la UPOV, la oportunidad consiste en garantizar que la legislación en materia de propiedad intelectual logre no quedarse atrás, tanto a nivel de Convenio como de aplicación nacional.

Vortrag auf dem Seminar



A smart green future and climate resilience underpinning breeding programmes

Mrs. Emma Brown, General Manager Plant Varieties
Dr. Zac Hanley, General Manager Science

The New Zealand Institute for Plant and Food Research Limited



Agenda

- Introduction to Plant & Food Research
- Challenge: it's a time of crisis (global warming), change and uncertainty
- Our response: climate resilience underpinning breeding programmes
 - Breeding strategies
 - Plant Variety Intellectual Property
- UPOV's opportunity



A smart green future. Together.

Our mission
To create the world's most sustainable food production systems

The slide features a light green background with three overlapping circles. The top-right circle is white and contains the text 'A smart green future. Together.' in green. The middle circle is a photograph of a vast agricultural field with rows of crops stretching to the horizon under a blue sky. The bottom-left circle is solid green and contains the text 'Our mission' and 'To create the world's most sustainable food production systems' in white. A small circular logo is in the top right corner.

The slide features a light green background with a central white map of New Zealand inside a large green circle. Surrounding this central element is a grid of 20 small images of various fruits and vegetables, including kiwi fruit, apples, pears, grapes, blueberries, raspberries, corn, dragon fruit, blackberries, raspberries, kiwi fruit, green beans, and trees. A small circular logo is in the top right corner.

New plant cultivars

Bonfire begonias. Nectaron® hop.
 Zespri™ Red Kiwifruit. JAZZ™
 apple. Pacific™ apricot.
 ROSA™ kiwiberry. Blue Sapphire™
 blueberry. Yara™ wheat. Firefly
 Kale. Wake® raspberries.
 Star. Tango™
 tamarillo. Summer Blaze peaches.
 Raspberry Shortcake™
 raspberry. Pinnacle pea. Blackadder
 blackcurrant. CleanCrop™ Palaton.

**Our cultivars are
 grown in more than
 30 countries worldwide**

- Zespri™ Red Kiwifruit
- Wake® raspberries
- Envy™ apples
- 'Moonlight' potatoes
- 'Conquest' wheat



A smart green future. Together.



Global challenges

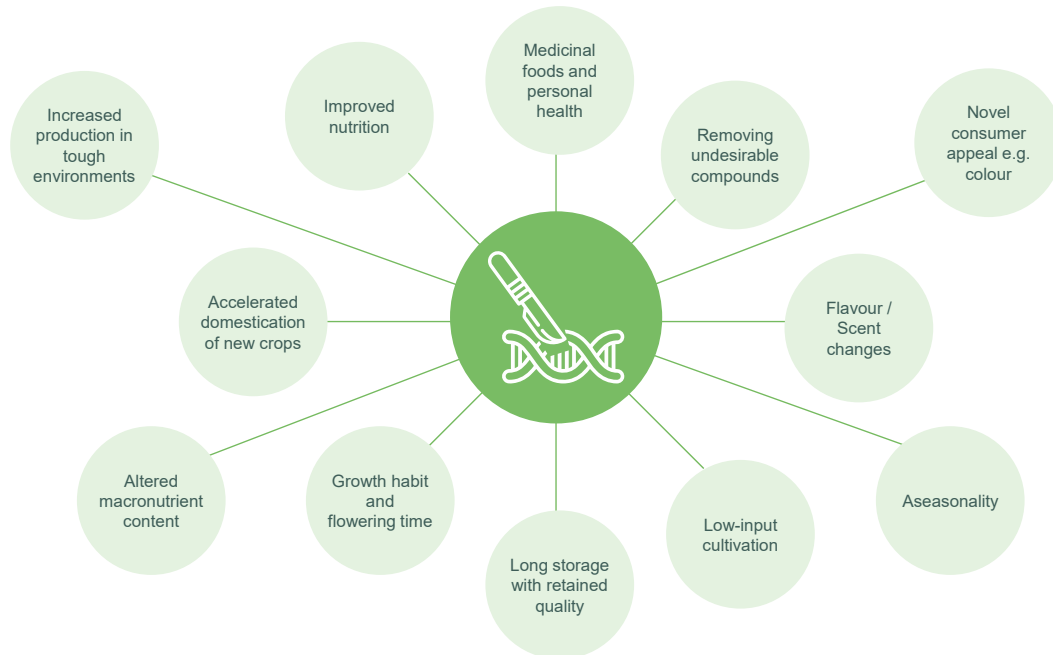


Applied research is revealing the molecular basis of commercial traits and creating tools for breeders to deliver better cultivars faster

- Gene identification, sequencing and mapping
- Gene function and pathway analysis
- Nutrition, consumer appeal, pest and stress tolerances
- Marker-assisted and whole-genome selection
- Gene editing



Potential for new breeding techniques & technologies



Plant Variety Intellectual Property Strategy

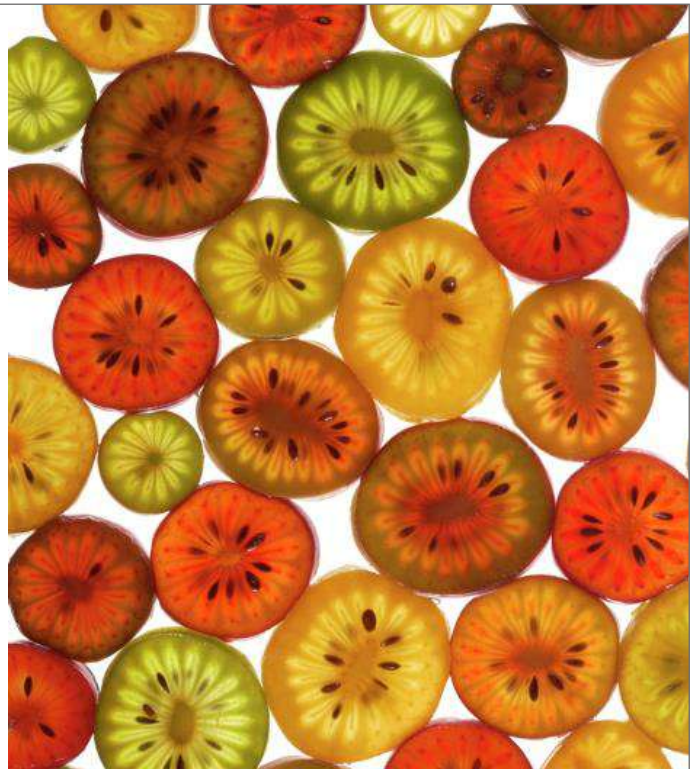


- Where will the variety be:
 - propagated
 - cultivated
 - harvested material sold
 - at risk without PVR
- Legislative protection:
 - PVR
 - UPOV91
 - UPOV78
 - Sui generis
 - Trade mark



Plant Variety Intellectual Property Strategy - evolution

- New countries for new crops at the new pace
 - Plant material logistics
 - Allowing sufficient time for trials & evaluations in new regions and countries
 - Novelty triggering events balanced with the need to evaluate
 - Interspecific hybrids
 - Planning ahead – rapid climate change, new production regions
- New growing methods
 - morphological / phenotypic traits that may express differently in different production models



A smart
green
future.
Together.



Together, we need **greater investment** in **more radical innovation** in breeding strategies.

Together, Plant & Food Research – with our customers & partners – is **embracing this opportunity**.

Together, we are all on the same journey.






UPOV's opportunity ensure Intellectual Property legislation keeps pace at the Convention and at national implementation levels.



Thank you

Emma.Brown@plantandfood.co.nz

Zac.Hanley@plantandfood.co.nz

plantandfood.co.nz     

The New Zealand Institute for Plant and Food Research Limited



USO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS (MARCADORES MOLECULARES Y MEJORAMIENTO ACELERADO) EN LA OBTENCIÓN DE VARIEDADES DE CEREALES TOLERANTES A LA SEQUÍA EN MARRUECOS

Sr. Moha Ferrahi

jefe de DACRG, División Científica del Institut national de la recherche agronomique, Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas (INRA) (Marruecos)

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es uno de los principales desafíos a los que se enfrenta la humanidad, con múltiples consecuencias que a veces superan la capacidad de respuesta de los ecosistemas. Los niveles atmosféricos de CO₂ ya han tenido consecuencias observadas en ecosistemas y especies naturales. Algunos ecosistemas y especies muestran una adaptabilidad natural, mientras que otros ya están mostrando los efectos de las consecuencias negativas del cambio climático actual.

El escenario pesimista sobre las proyecciones de los efectos del cambio climático prevé que la aptitud de las tierras para la producción de cereales en Marruecos experimente una disminución del 30 % de aquí a 2100. Asimismo, según las proyecciones, seremos testigos de una disminución del rendimiento del trigo de cerca del 8 % por los efectos del cambio climático de aquí a 2030. Por lo tanto, es urgente que la agricultura marroquí desarrolle resiliencia preservando al mismo tiempo sus recursos naturales.

En 2022, sufrimos una grave sequía con una disminución de las precipitaciones del 70 %. En general, desde la década de 1980 hasta la década del 2000, experimentamos un año seco cada cinco años, y pasamos a uno cada tres. Y ahora tenemos cada dos años: un año bueno, un año seco. Tenemos una disminución de las precipitaciones del 40 % y un aumento de la temperatura.

La producción de cereales en Marruecos depende de las precipitaciones. Alrededor del 90 % de la producción de cereales es de secano (sin irrigación). Por lo tanto, si el año es bueno, la producción es buena. En los años malos, la producción disminuye drásticamente. La producción está muy ligada a las precipitaciones, al igual que los rendimientos (Figura 1).

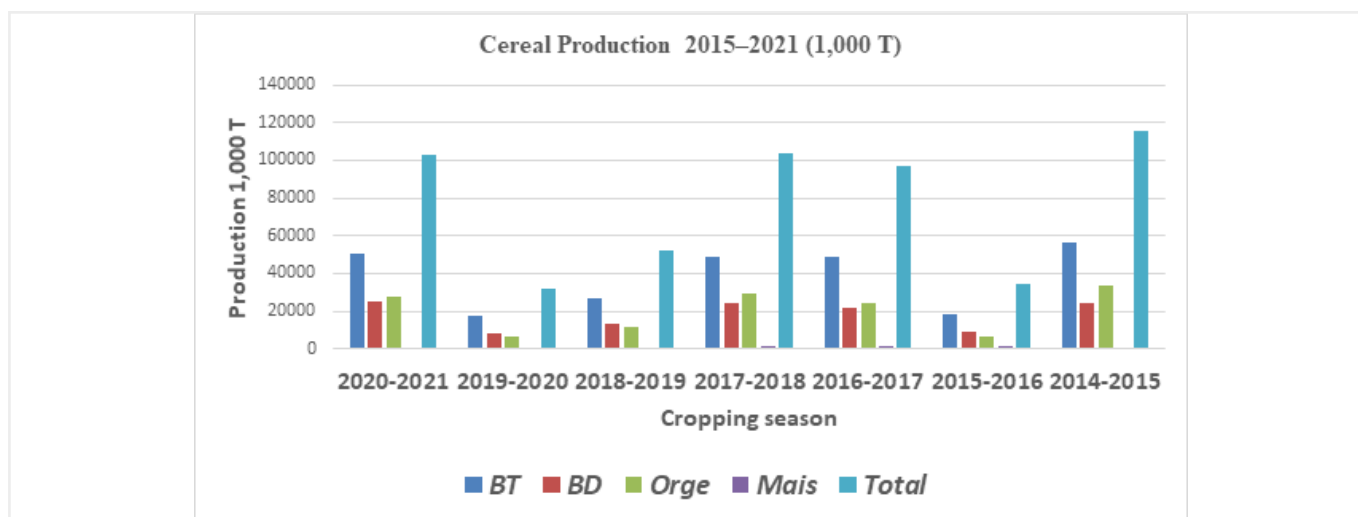


Figura 1. Producción de cereales en Marruecos en los últimos siete años. (BT: trigo panificable; BD: trigo duro; Mais: maíz)

La producción de cereales está ligada a las precipitaciones, y ha habido grandes fluctuaciones de un año a otro en los últimos tres años. En 2021-2022, similar a 2019-2020, la producción ha sido de 3,4 millones de toneladas sobre una superficie de 4,3 millones de ha (2020-2021). El rendimiento medio es de 1,6 t/ha a 2,5 t/ha (2009-2021) y el potencial de rendimiento oscila entre 3 y 5 t/ha para los agricultores piloto y en las estaciones experimentales (2009-2021).

PROGRAMAS DE FITOMEJORAMIENTO DEL TRIGO EN MARRUECOS

El fitomejoramiento de cereales en Marruecos se remonta a más de un siglo, y hemos introducido muchas variedades. Sin embargo, con el cambio climático necesitamos nuevas variedades que puedan adaptarse a estas nuevas limitaciones, y centrarnos en el desarrollo de variedades muy resistentes que puedan hacer frente a este tipo de clima (sequía, calor y razas cambiantes de patógenos).

Los entornos en los que hemos estado trabajando para la producción de cereales están bien caracterizados. Hace algunos años, los más predominantes eran los húmedos y semiáridos, pero ahora las condiciones han cambiado mucho; en estos momentos, al menos entre el 70 % y el 80 % del entorno de producción del trigo se encuentra en zonas secas.

Los principales objetivos del programa de fitomejoramiento del trigo del INRA son desarrollar nuevas variedades que puedan hacer frente a estos cambios climáticos, variedades que puedan desarrollarse con al menos 300 mm de precipitaciones y que puedan soportar temperaturas que superen los 30 °C. Además, estas variedades deben ser resistentes a los principales tipos de estrés biótico.

La productividad del agua ha mejorado considerablemente. Originalmente en torno a 1,5 kilogramos por metro cúbico de agua, en los últimos años hemos desarrollado nuevas variedades que pueden producir al menos 2,2 kilogramos por metro cúbico de agua. Esto es valioso para desarrollar variedades resistentes para los próximos años.

Más recientemente, se han utilizado nuevas técnicas en el desarrollo de variedades, como los tipos de fitomejoramiento previo, utilizando cruces entre especies y cultivos in vitro para hacer progresar nuestras generaciones, y ahora tenemos en proyecto variedades muy buenas, adaptadas y resistentes. El mejoramiento acelerado es una de las técnicas utilizadas para acelerar el desarrollo de nuevas variedades, lo que da lugar a un mínimo de tres generaciones al año. Estamos acortando el ciclo de desarrollo de variedades. Se utilizan otras técnicas, como el laboreo y la irradiación, para crear una nueva variación genética que permita la selección de nuevas variedades. La irradiación con metanosulfonato de etilo (EMS) ha permitido seleccionar algunas variedades buenas y tolerantes a la sequía y a la sal, de alto rendimiento en comparación con las variedades comerciales, y que también tienen una buena resistencia al estrés biótico.

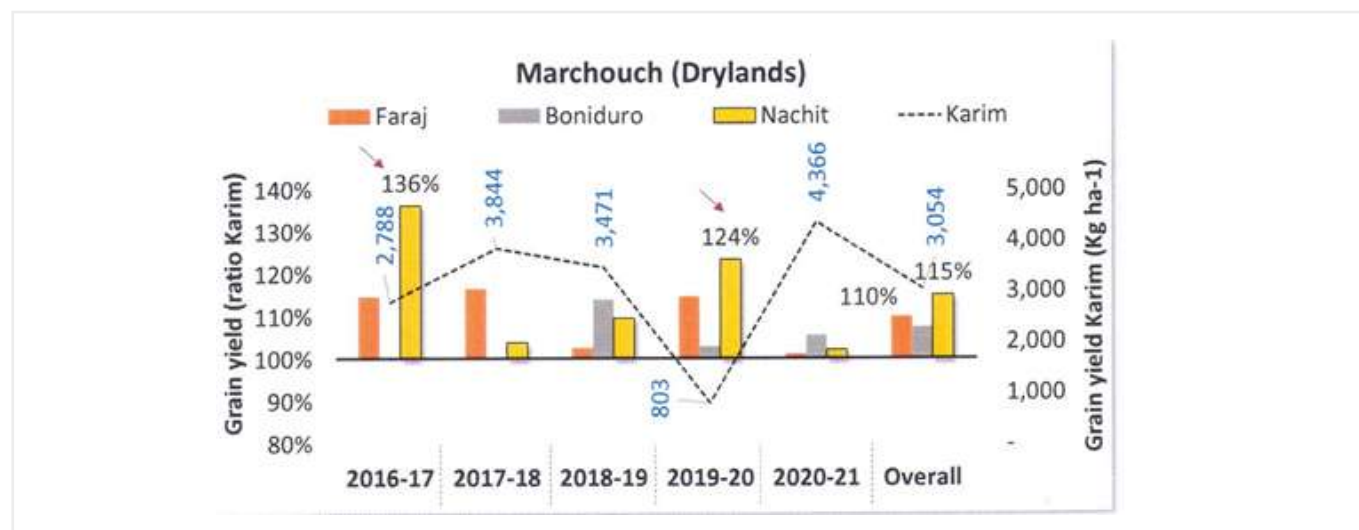


Figura 2. Evaluación de la variedad de trigo duro tolerante a la sequía en varios entornos


VARIEDAD DE TRIGO DURO TOLERANTE A LA SEQUÍA: ESTUDIO DE CASO

En 2018 se elaboró un estudio de caso sobre una variedad de trigo duro tolerante a la sequía en Marruecos. Procede de un cruce interespecífico y es la primera variedad tolerante a la sequía con un grano grande. La variedad se evaluó durante cinco temporadas de cultivo, y tiene una productividad global un 24 % superior a todas las variedades comerciales utilizadas en el estudio. Como se muestra en la Figura 2, se puede observar que en años secos la importancia de la variedad de sequía es muy relevante, y da una ganancia media de rendimiento de grano del 24 % al 36 % cuando el año es seco.


La resistencia a la sequía procede de tres locus del rasgo cuantitativo (QTL) para el desarrollo radicular que no tiene en otras dos variedades comerciales. Los tres QTL han permitido obtener 3 kilogramos adicionales por hectárea. Todos estos QTL son necesarios para ganar mucho en rendimiento. También tenemos líneas con solo dos QTL y líneas con un QTL que dieron como resultado menos ganancia. Este estudio nos ha permitido identificar algunos marcadores PCR específicos de alelos competitivos (KASP) que estamos utilizando ahora en nuestro programa de selección para la tolerancia a la sequía y al calor.

Para la resistencia a la sequía, necesitamos raíces profundas, variedades de floración temprana y un buen peso del grano. Para el calor, necesitamos una mayor fertilidad de las espigas. Pero la resistencia a las enfermedades también es importante en ambos entornos.

Vortrag auf dem Seminar



المعهد الوطني للبحوث الزراعي
INRA - Institut National de la Recherche Agronomique




الجيل الأخضر
GÉNÉRATION GREEN
2020 - 2030


Use of new technologies (molecular markers and speed breeding) in the development of drought-tolerant wheat varieties in Morocco

UPOV seminar 11-12 October 2022

Dr. Moha Ferrahi
Head, Breeding and Genetic Resources Conservation Department
Scientific Division, National Institute for Agricultural Research



المعهد الوطني للبحوث الزراعي
INRA - Institut National de la Recherche Agronomique

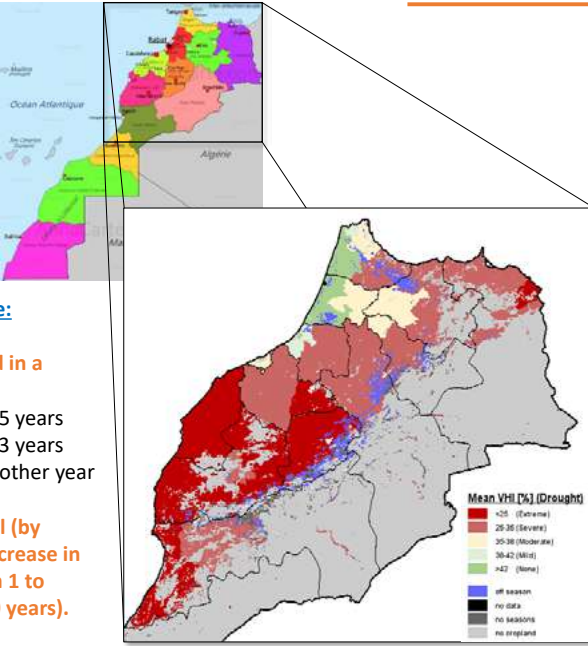


الجيل الأخضر
GÉNÉRATION GREEN
2020 - 2030


Drought and its consequences on crop establishment in Morocco

Climate change is here:


- ❑ Morocco is located in a drought hot spot :
 - 1980-2000: every 5 years
 - 2000-2020: every 3 years
 - Since 2021: every other year
- ❑ Decrease in rainfall (by about 40%) and increase in temperature (from 1 to 1,5°C in the last 40 years).

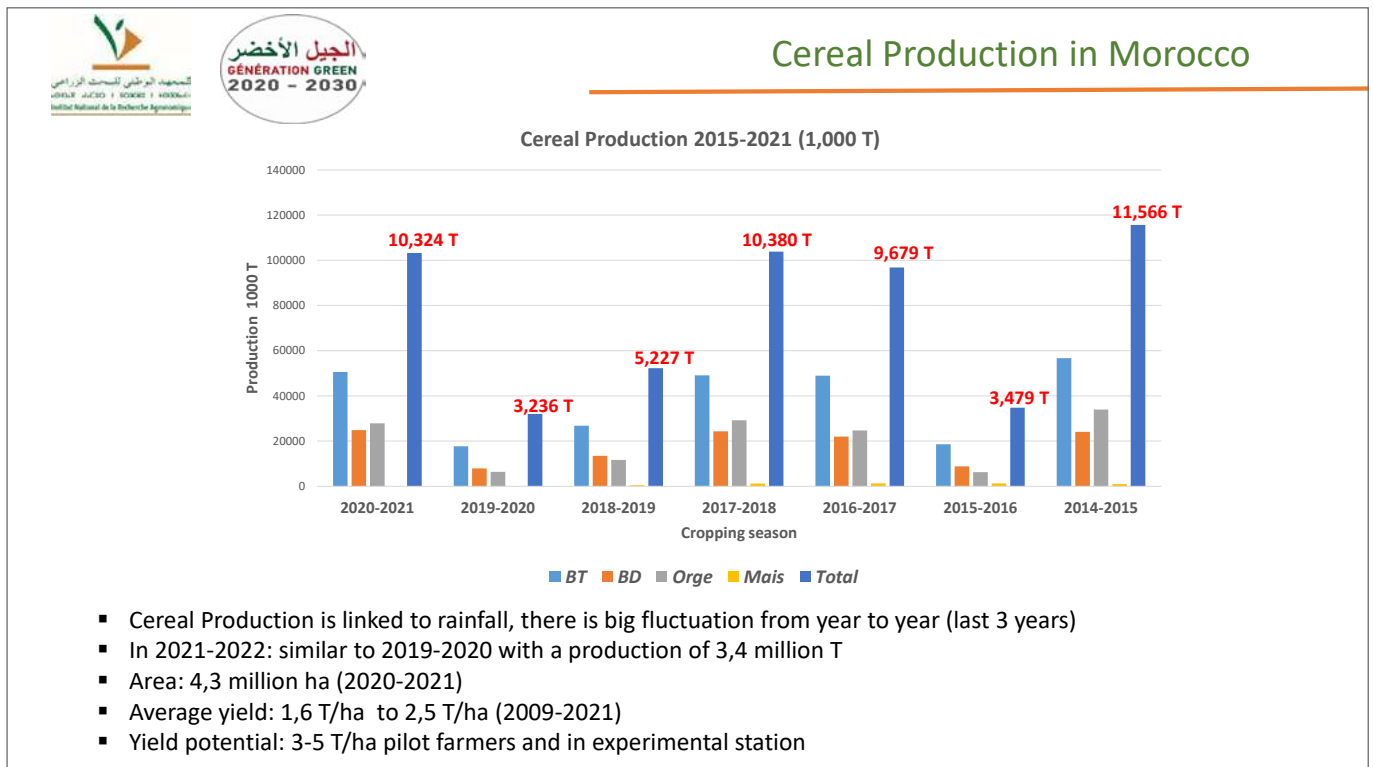
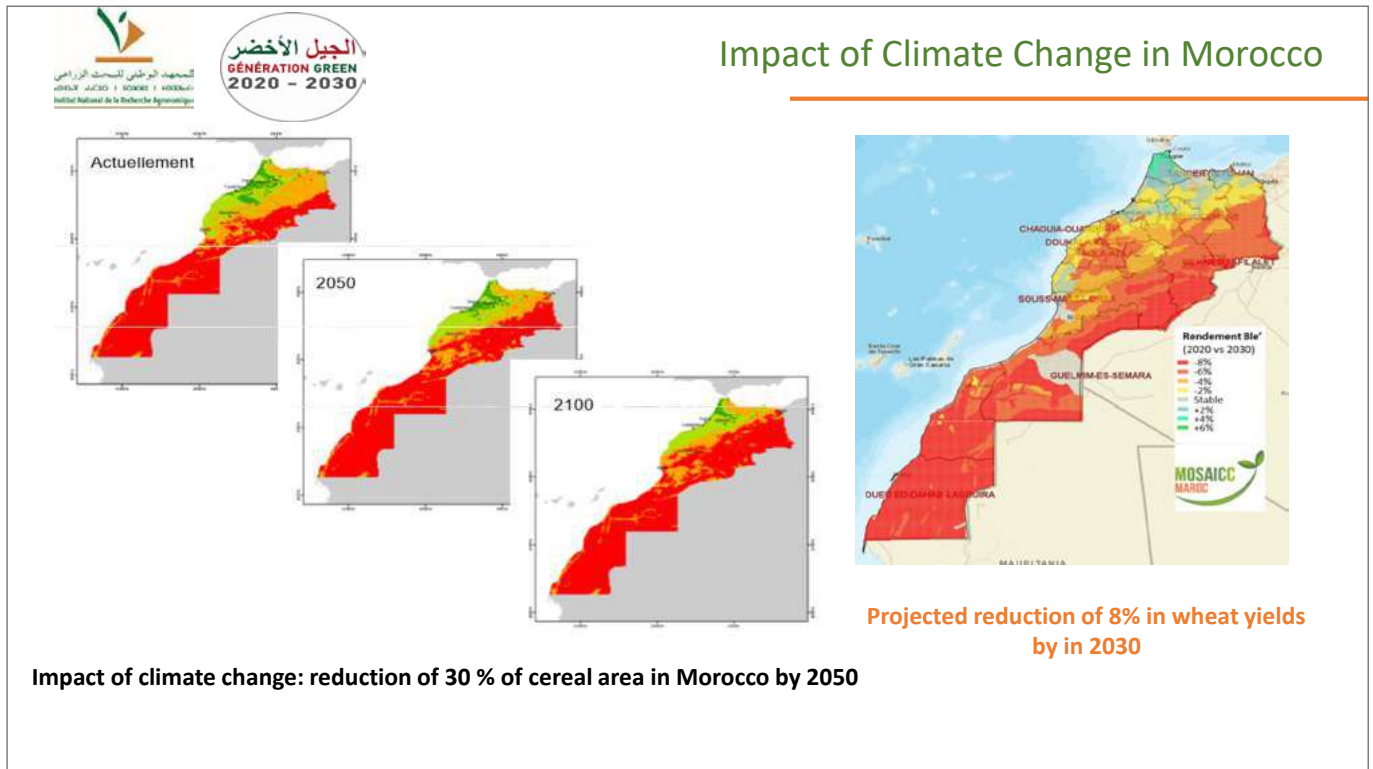



Marchouch 24th February 2021




Marchouch 24th February 2022








المعهد الوطني للتحسين الزراعي
INRA
Institut National de la Recherche Agronomique

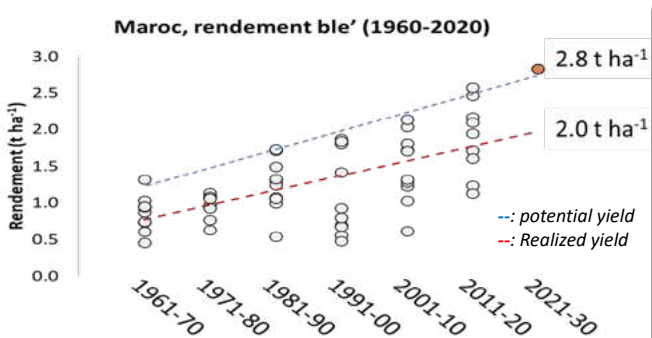


الجيل الأخضر
GÉNÉRATION GREEN
2020 - 2030


More than a century in Cereal breeding in Morocco

| Item | Value |
|-------------------------------------|---------|
| Scientists involved | 30 |
| Support Staff | >70 |
| Allocated area for trials each year | >200 ha |
| Released varieties since 1980 | 120 |
| Market share of INRA varieties | 15-58% |






Average Annual Genetic Gain: 0.1 T/yr



المعهد الوطني للتحسين الزراعي
INRA
Institut National de la Recherche Agronomique



الجيل الأخضر
GÉNÉRATION GREEN
2020 - 2030

Cereal production: Environments and constraints in Morocco

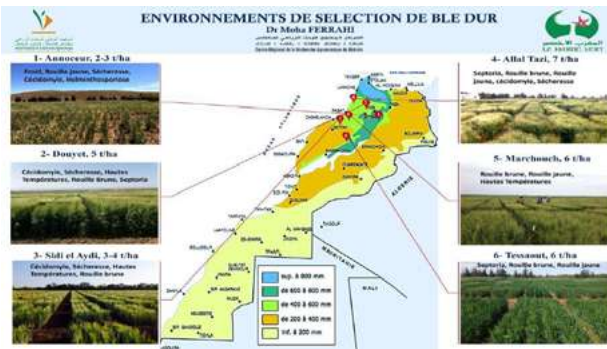
- Fully irrigated or supplemented (**10% area**):
 - ✓ 3 Rusts and Septoria, tan spot and quality
- Humid and sub-humid (>450 mm, **40% area**):
 - ✓ Drought, heat, septoria, leaf and yellow rusts
- Semi-arid and arid (250 to 300 mm, **40% area**):
 - ✓ Drought, leaf rust and Hessian fly
- High altitude (350 - 600, **10% area**):
 - ✓ Drought, cold, frost, yellow rust, stem rust and TS



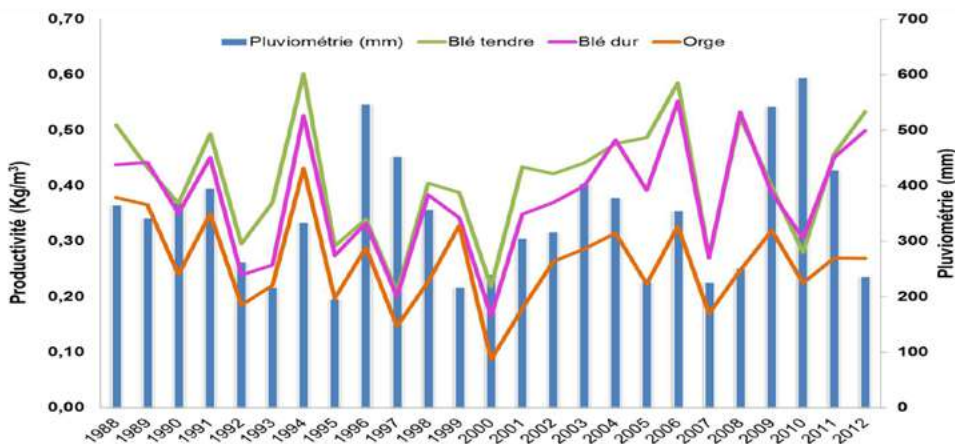
Cereal Germplasm Development at INRA

>10,000 Experimental plots for breeding each year

- Selection in different environments across the country
- Screening for major diseases and abiotic stresses
- More than 800 International lines evaluated each year
- Use of commercial varieties for comparison
- Use latest experimental analysis and genomics for MAS



Improving agronomic water productivity (WUE)

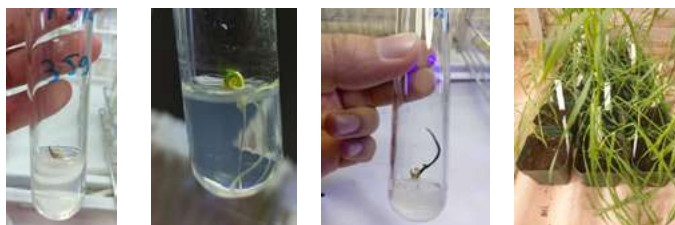


- ✓ The water productivity in the rainfed areas is very low (ranges from **0.506 Kg/m³** in good years to **0.149 g/m³** in dry season). Overall the water productivity varied between **1.15 Kg/m³** for Doukkala region and **3 Kg/m³** for Tadla region in Morocco (Balaghi et al., 2014);
- ✓ On the average, the varieties released by INRA have a water productivity of about **2.27 kg/m³** (Ferrahi, 2020), which is comparable to Australian varieties that are known to be drought tolerant.



Prebreeding effort for Drought tolerant germplasm development

- ❑ Interspecific hybridization for the transfer of Hessian fly resistance from wheat wild relatives to cultivated wheat
Crosses between durum wheat and *Triticum dicoccoides*



- ❑ New interspecific hybrids were obtained from cross between cultivated barley and tetraploid *Hordeum bulbosum*



Use of Advanced technologies in cereal breeding

Use of innovative technologies such as

- Powerful tools in experimentation and data analysis;
- Use of speed breeding techniques/DH;
- Use of genomic as MAS;
- High throughput phenotyping to study abiotic stress;
- Use of drones to estimate yield;
- Taking into account the industry and end-use requirements;
- Farmers involvement for selection preferences ;
- Climatic changes;
- ...



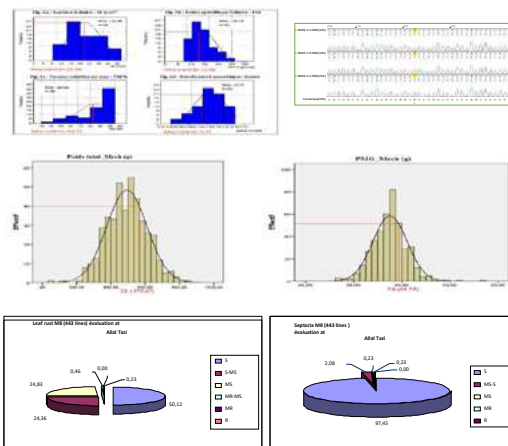


Application of Tilling and Irradiation to Create New Genetic Resources and Selection of Adapted Lines in Wheat

Creation of a mapping population from commercial durum and bread wheat varieties using nuclear irradiation (EMS) and selection of mutants with :



- ✓ Good Drought and Salt tolerance;
- ✓ High yield as compared to commercial varieties;
- ✓ Good tolerance to main wheat diseases.



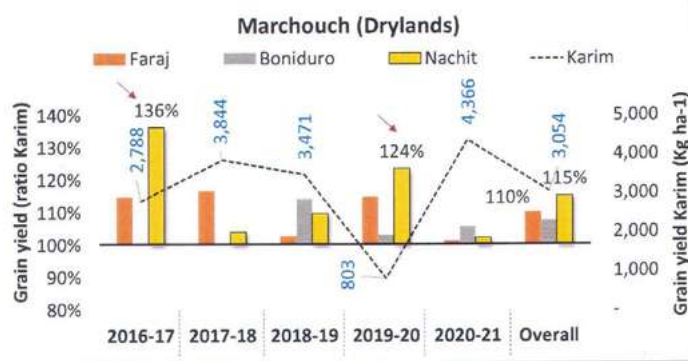
Case study: Durum wheat "Nachit" for drought tolerance

- ✓ Interspecific cross: *Amedakul/T. dicoccoides* Syr//*Loukus*
- ✓ Released in 2018 by INRA Morocco as 'Nachit'
- ✓ Released for its drought tolerance and large grains





Impact of the drought-resistant durum wheat variety Nachit

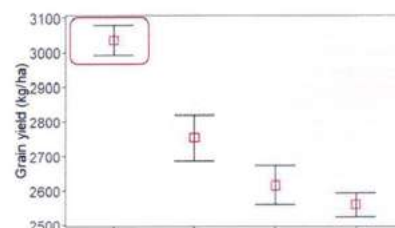


- Nachit produced **15% more yield** across five seasons
 - 24% and 36% in dry years
- It has **10% larger grains**
- Resistant to **RR, LR, SR, but not to HF**
- Where does its drought tolerance come from?

- ✓ The durum variety Nachit produced 15% more grain yield in 5 seasons and 24% and 36% more in two dry years.
- ✓ The drought resistance comes from a good root development with the identification of 3 QTLs that allow an increase of +300 kg/ha alone.




Where does come a drought-resistant durum wheat variety Nachit?

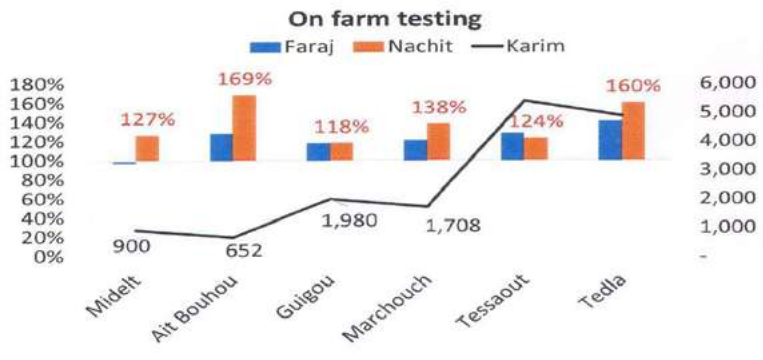


| QTL.ICD.Root.01 | + | + | - | - |
|-----------------|---|---|---|---|
| QTL.ICD.Root.02 | + | + | - | - |
| QTL.ICD.Root.04 | + | - | + | - |

- Three QTLs controls root angel and together increase yield **+300 Kg ha⁻¹**




Durum wheat variety Nachit on farm drought tolerance

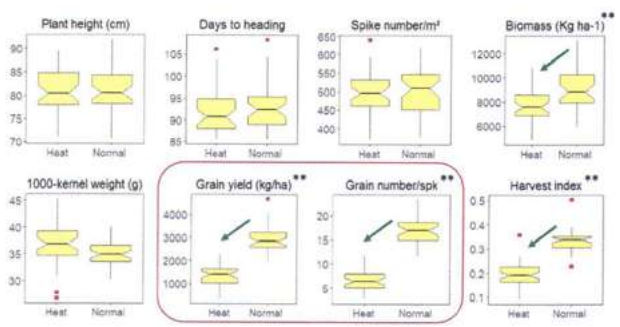



| Farm | Faraj Yield (%) | Nachit Yield (%) | Karim Yield (kg/ha) |
|------------|-----------------|------------------|---------------------|
| Midelt | 127% | 169% | 900 |
| Ait Bouhou | 118% | 138% | 652 |
| Guigou | 124% | 160% | 1,980 |
| Marchouch | 124% | 160% | 1,708 |
| Tessaout | 124% | 160% | 1,708 |
| Tedla | 124% | 160% | 1,708 |

The deep roots of Nachit gave it **+38%** yield advantage under drought when tested across 19 farms in 2019-2020, and it has **+15%** larger grains.




Heat tolerance: the secret of spike fertility



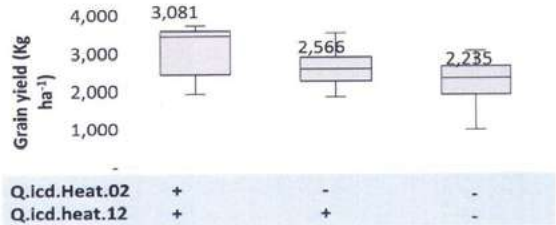


- Application of plastic tunnels at the time of flowering +10 C
- **Grain number per spike** (fertility) seems to be the most critical trait




KASP marker validated for heat tolerance


- 2 QTLs for spike fertility
- GY across 3 heat stressed env:
 - +500 Kg ha⁻¹ (20%) on average



| QTL | Q.icd.Heat.02 | Q.icd.Heat.12 | Mean Yield (kg ha ⁻¹) |
|-----|---------------|---------------|-----------------------------------|
| 1 | + | - | 3,081 |
| 2 | - | + | 2,565 |
| 3 | - | - | 2,235 |

El Hassouni et al. 2019 Doi: 10.3390/agronomy9080414





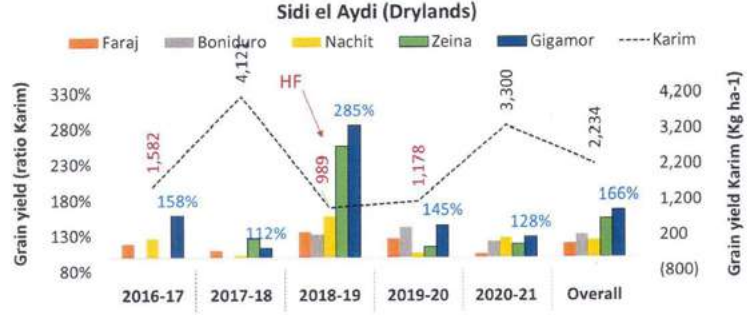
Two new HF resistant and drought tolerance varieties

Two new HF resistant candidates to the catalogue


Two new entries superior to Nachit (*Gigamor and Zeina*) were presented by Dr Ferrahi


- These combine 3 roots QTL for yield under drought, 1 QTL for HF resistance, and top quality
- In HF years the yield advantage is almost double!!!

Sidi el Aydi (Drylands)



| Year | Faraj | Boniduro | Nachit | Zeina | Gigamor | Karim |
|---------|-------|----------|--------|-------|---------|-------|
| 2016-17 | 158% | | 1,582 | | | |
| 2017-18 | | | 4,12% | | | |
| 2018-19 | | | 989 | 285% | | |
| 2019-20 | | | 1,178 | | 145% | |
| 2020-21 | | | | | 128% | 3,300 |
| Overall | | | | | 166% | 2,234 |



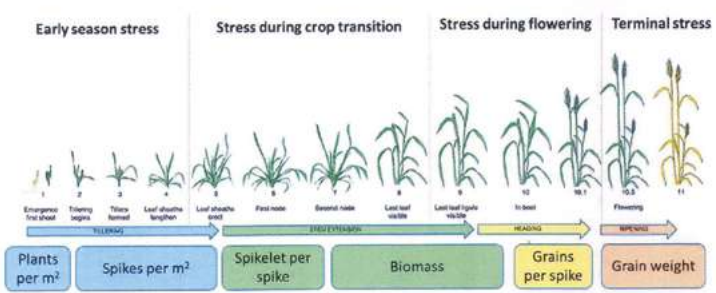


الجيل الأخضر
GÉNÉRATION GREEN
2020 - 2030


Genetic Strategy to climate proofing

Genetic strategy to climate proofing

1. **More droughts:**
 - *Deeper roots + grain weight*
 - *Spike per m²*
2. **More heat waves:**
 - *Higher spike fertility*
3. **Shorter growing seasons:**
 - *Early flowering*
4. **Damaging pests and disease:**
 - *Rusts (stem and leaf)*
 - *Hessian fly*
 - *Fusarium(s)*



The diagram illustrates the growth stages of a corn plant from emergence to flowering, categorized into four stress periods: Early season stress, Stress during crop transition, Stress during flowering, and Terminal stress. The stages are numbered 1 through 11. Below the plant illustrations, a timeline shows the impact of stress on yield components: Plants per m² (affected by stress at stages 1-4), Spikes per m² (affected by stress at stages 1-6), Spikelet per spike (affected by stress at stages 1-8), Biomass (affected by stress at stages 1-10), Grains per spike (affected by stress at stages 1-10), and Grain weight (affected by stress at stages 1-11).



الجيل الأخضر
GÉNÉRATION GREEN
2020 - 2030

Thank you

MEJORAMIENTO PARA EL FUTURO

Sr. Stefan van der Heijden

Asociado, Innova Connect (Países Bajos).

El fitomejoramiento es, por definición, para el futuro y, debido al largo período que transcurre entre el concepto inicial y la introducción final en el mercado, se necesita una fuerte interacción en la cadena de valor.

Además, los requerimientos del mercado tienden a cambiar con mayor rapidez debido al cambio climático, la menor disponibilidad de insumos (p. ej., fertilizantes y pesticidas) y los problemas energéticos. Esto se debe a los cambios en la normativa por influencias sociales, la necesidad de una mayor sostenibilidad y las influencias geopolíticas.

Para reducir el tiempo de comercialización es importante tener en cuenta las siguientes cuestiones:

- la duración del proceso de fitomejoramiento hasta el momento de la protección de la IP del examen de la Distinción, Homogeneidad y Estabilidad (DHE) y el hecho de la obligatoriedad o voluntariedad del valor de cultivo y uso (VCU) o la aceptación por parte de productores y clientes;
- el conocimiento de las condiciones putativas de los entornos de producción en el futuro y el impacto de las interacciones Genotipo × Entorno × Gestión de los factores abióticos y de algunos factores bióticos. El impacto de estas interacciones en la genética y el proceso de fitomejoramiento es complejo y poco conocido.

Además, la industria se enfrenta al hecho de que se necesitan estrategias alternativas de producción de cultivos porque los nuevos métodos de biocontrol no tienen el mismo espectro de actuación que los pesticidas de toda la vida. Esto significa que todas las partes deben trabajar en conjunto para optimizar el uso de la resistencia/tolerancia en combinación con los microbiomas del suelo, la resistencia/resiliencia inducida, la vigilancia y otras prácticas de gestión.

Investigación en el futuro que solo podrá llevarse a cabo de forma eficiente cuando todos los conocimientos de la cadena de valor estén disponibles e integrados con un fuerte enfoque en la adaptación (= resiliencia) a diferentes entornos. El objetivo es pasar del fitomejoramiento reactivo al fitomejoramiento predictivo y, mediante la transparencia en la cadena, reducir también el proceso introductorio utilizando indicadores clave de rendimiento acordados que puedan evaluarse rápidamente, evitando así un largo proceso de pruebas empíricas descriptivas.

En el proceso de investigación pueden utilizarse muchas tecnologías, como la red de información basada en datos (ómicos, fenotipado, entornos, cobertura y acceso al germoplasma), herramientas de IA, modelos mecanísticos y estadísticos, bioinformática. El desarrollo de estas herramientas debería ser útil en una serie de especies (diferentes niveles de ploidía y sistemas de reproducción). También es importante comprender mejor los fundamentos de la producción de cultivos en el futuro clima cambiante.

Este conocimiento puede utilizarse para desarrollar conceptos de fitomejoramiento duraderos, incluidas herramientas de alto rendimiento y acceso a la variabilidad genética global para toda la comunidad de fitomejoramiento y no solo para una pequeña gama de cultivos globales.

Sin embargo, debemos hacer frente a una mayor incertidumbre en los niveles de la cadena de valor, para los obtentores sobre el rendimiento de su inversión, para el comercio minorista en relación con el suministro y para el consumidor debido a productos potencialmente menos probados. Si las herramientas no se generalizan, se corre el riesgo de que haya más cultivos huérfanos y, por lo tanto, una falta de productos adaptados en el futuro.

Además, los sistemas de DHE y VCU no deberían limitar la introducción de innovaciones ni presionar el desarrollo de futuros sistemas de DHE mejor diseñados; y la UPOV debe adaptarse a ello mediante procedimientos más rápidos.

La transparencia en la cadena de valor es importante para mantener a todo el mundo bien informado sobre estas innovaciones y las afirmaciones que se hagan en relación con la sostenibilidad y las cuestiones fitosanitarias y los riesgos de producción que conllevan para los productores y los clientes.

Solo cuando se cumplan estos requisitos podrá la industria progresar rápidamente con rasgos complejos y resolver problemas de piensos, alimentos y plantas ornamentales.

Vortrag auf dem Seminar



“Breeding for the Future”

UPOV seminar.
Wednesday, October 12, 2022

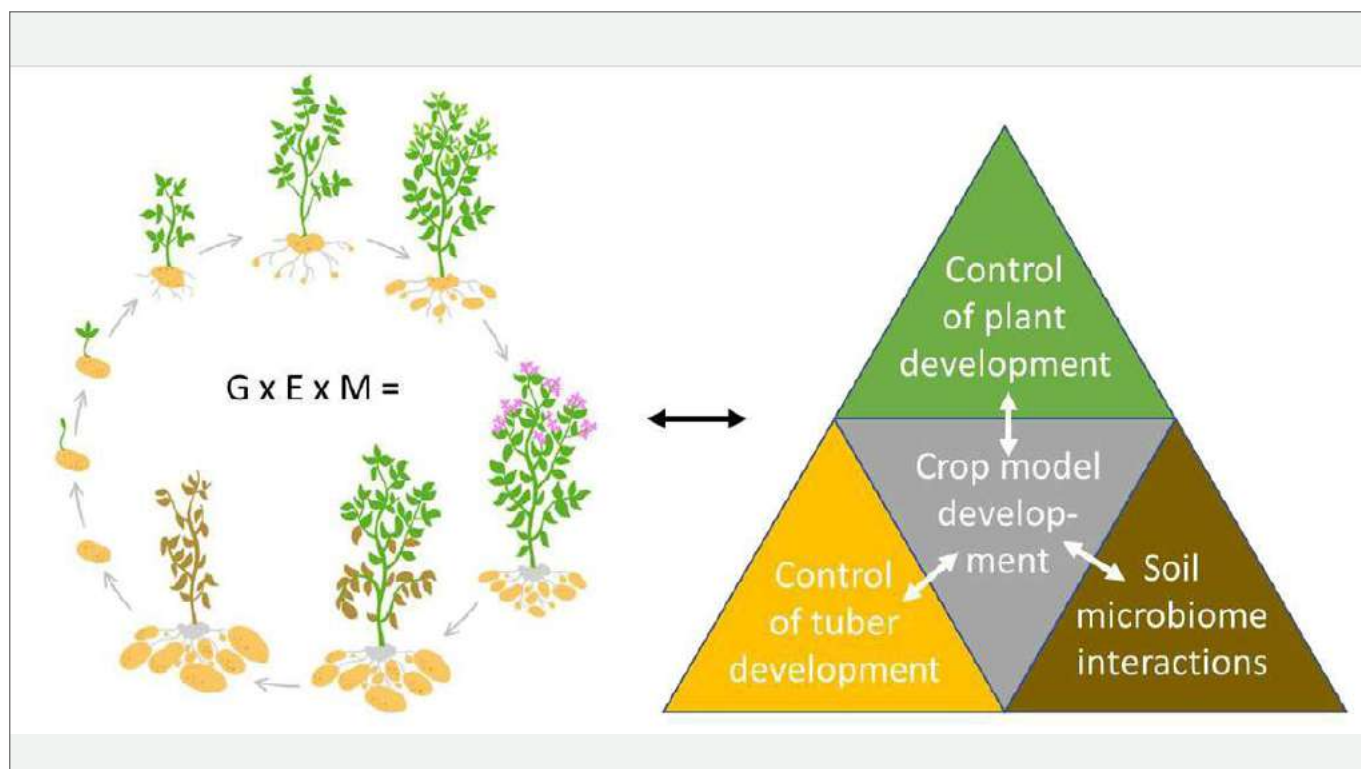
Stefan van der Heijden
Associate INNOVA CONNECT

Breeding for the Future.

- Breeding is per definition for the future.
 - Issues
 - *Access/time to market*
 - Duration of breeding process
 - IP (DUS)
 - Obligatory or voluntary VCU
 - *Knowledge*
 - Putative conditions of the production environments in the future
 - G x E x M interactions. Impact on genetics and breeding process is complex

Research approach for the future

- ✓ Integrating knowledge from the full value chain
- ✓ From reactive to predictive breeding
- ✓ Focus on adaption (= resilience) to different environments and reducing inputs.
 - ✓ Biotic (reasonable under control, but ...)
 - ✓ Abiotic (complex genetics and difficult as breeding target)
- ✓ Predict and verify via lengthy empirical descriptive testing?
- ✓ Faster access of new products to the market is needed.



Required technologies

- Information network
 - Data (omics, phenotyping, environments, germplasm coverage and access)
 - AI-tools
 - Mechanistic and statistical models
 - Bioinformatics
 - Useful for multiple species
 - ?
- Understanding fundamentals of crop production in changing climate
- Develop durable breeding concepts
 - Tools
 - Genetic variability
- Definition of relevant parameters for verification experiments in vivo
- Access by users – transparency

Impact on the value chain

- More uncertainty in value chain
 - Breeders and Producers (income, RoI)
 - Retail (supply)
 - Consumer (trust)
- Broader portfolio is needed
- Orphan crops will increase
- Market access should not be hampered by
 - DUS
 - VCU
 - Other (IP-)issues
- Transparency and understanding of consumers in general
 - Claims.
 - Sustainability
 - Health
 - Phytosanitary

Thanks for your attention



EL PAPEL DEL FITOMEJORAMIENTO EN EL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD Y LA REDUCCIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE COSECHA

Sr. Morten Lillemo

Profesor, Universidad Noruega de Ciencias Biológicas, Profesorado de Biociencias (Noruega)

Proporcionar alimentos para una población mundial en aumento y, al mismo tiempo, minimizar el impacto en el medio ambiente será el gran desafío para la agricultura en las próximas décadas. Se proyecta que la población humana alcanzará los 9 500 millones para el año 2050. Una proporción cada vez mayor de la población vivirá en áreas urbanas, lo que resultará en cambios en las dietas, pasando de alimentos básicos a alimentos procesados, carne y productos lácteos. Dado que la carne y los productos lácteos requieren grandes cantidades de granos para la alimentación animal, la demanda de producción de cultivos crecerá mucho más rápido de lo esperado solo por el crecimiento de la población. Como ejemplo, se espera que la demanda mundial de trigo aumente en un 60 % para el año 2050 (Long *et al.* 2015). Mirando hacia el pasado, la producción mundial de trigo se ha triplicado desde 1960 sin expandir el área cultivada. A lo largo de todo el período, las mejoras en agronomía (principalmente fertilizantes y protección química de los cultivos) y los avances genéticos en el fitomejoramiento han contribuido en partes iguales a este aumento de rendimiento.

Con el fin de reducir los impactos ambientales de la agricultura, se necesita una intensificación sostenible que evite el uso excesivo de fertilizantes y agroquímicos. En otras palabras, el aumento del 60 % en la demanda de producción agrícola debe lograrse utilizando la misma área, mediante el uso sostenible de fertilizantes y una menor utilización de agroquímicos. Esto significa que es probable que el fitomejoramiento deba desempeñar un papel aún más importante en futuros aumentos de rendimiento. Además, será igualmente crucial evitar las pérdidas de rendimiento y calidad causadas por enfermedades de las plantas. En esta breve presentación, daré tres ejemplos de cómo el fitomejoramiento ha contribuido a aumentar el rendimiento y reducir las pérdidas de rendimiento en trigo y cebada en Noruega. Al analizar qué características han contribuido a los aumentos de rendimiento pasados, los obtentores pueden tomar mejores decisiones sobre qué características mejorar para lograr mayores ganancias de rendimiento.

Mi primer ejemplo es el rendimiento de la cebada en el centro de Noruega. (Lillemo *et al.* 2010). El centro de Noruega representa una de las áreas de producción de cebada más septentrionales del mundo. La región se caracteriza por un clima fresco y marítimo, con una breve temporada de cultivo, un fotoperíodo largo y estresores bióticos y abióticos que requieren una adaptación específica. Algunas de las principales limitaciones de producción son la breve temporada de cultivo, temperaturas relativamente bajas durante el verano y un clima húmedo con largos períodos de viento y lluvia continua, lo que provoca problemas de acame y dificultades durante la cosecha. Sin embargo, ha habido un aumento constante en el rendimiento de cebada en la región, pasando de alrededor de 2,1 toneladas por hectárea (t/ha) en la década de 1940 a 3,6 t/ha seis décadas más tarde. Para comprender mejor la interacción entre el fitomejoramiento y los cambios en el manejo de los cultivos, y para estimar el impacto de las mejoras genéticas, se compararon las estadísticas oficiales de rendimiento a nivel agrícola con datos de ensayos de variedades en la región que abarcaron el período desde 1946 hasta 2008. En función de las estadísticas de rendimiento y los cambios conocidos en las prácticas agrícolas, se puede dividir el período en tres eras. La “era de la segadora automática” (1946-1960), que precedió a la introducción de la cosechadora combinada, se caracterizó por rendimientos relativamente estables con poca fluctuación de un año a otro. Durante la “era de la primera cosechadora combinada” (1960-1980), se produjeron aumentos significativos en los rendimientos generales debido al aumento en el uso de fertilizantes minerales. Sin embargo, debido a que las variedades cultivadas no eran adecuadas para el nuevo régimen de cosecha, se observaron graves pérdidas de rendimiento en años

con condiciones de cosecha difíciles debido a la lluvia. La introducción de nuevas variedades de paja corta y resistentes al acame en la “era de las variedades modernas” (1980-2008) estabilizó la variabilidad de un año a otro y contribuyó a nuevos aumentos en el rendimiento a nivel agrícola. En cuanto a la genética, al analizar los datos oficiales de los ensayos de variedades, se identificó un aumento del 46 % en el potencial genético de rendimiento desde la variedad “Maskin”, que dominaba el mercado en la década de 1940, hasta la variedad moderna de mayor rendimiento, “Gaute”. Con el tiempo, el fitomejoramiento ha contribuido a aumentar el rendimiento de las explotaciones agrícolas agrícola, pasando del 29 % durante la era de la segadora automática al 43 % durante la era de la primera cosechadora combinada y alcanzando el 78 % durante la era de las variedades modernas (Lillemo *et al.* 2010). Los rasgos importantes que han contribuido a ello son el vigor temprano, la resistencia al acame y la capacidad de resistir el clima lluvioso en la madurez sin germinación previa a la cosecha, la rotura de paja y el desprendimiento de semillas. La mejora en la resistencia a enfermedades comunes como la roya de la cebada, el moteado de la hoja y la ramularia también ha sido importante (Lillemo *et al.* 2010).

El segundo ejemplo es el aumento genético del rendimiento del trigo de primavera. (Mróz *et al.* 2022). Las variedades de trigo cultivadas en Noruega antes de la década de 1950 eran susceptibles al acame y la germinación previa a la cosecha, y no eran adecuadas para la recolección mecanizada. Esto condujo a la casi extinción del cultivo del trigo cuando se introdujo la cosechadora combinada en la década de 1950 y la década de 1960, lo que estimuló los esfuerzos de mejora genética que finalmente dieron lugar a la liberación de dos variedades emblemáticas, “Runar” y “Reno” (introducidas en 1972 y 1975, respectivamente), que marcaron el inicio del cultivo moderno del trigo en Noruega. Durante las tres décadas siguientes, hubo un aumento constante en el cultivo de trigo hasta alcanzar el nivel actual de autosuficiencia del 75 % (Lillemo y Dieseth 2011). Los aumentos en el rendimiento de las explotaciones agrícolas también han sido considerables, pasando de alrededor de 3 t/ha a principios de la década de 1970 al nivel actual de casi 5 t/ha. Para comprender mejor las contribuciones genéticas a estos aumentos de rendimiento, realizamos ensayos de rendimiento con una colección de 24 variedades históricas de trigo de primavera, que abarcan las variedades más importantes en el mercado noruego desde 1972 hasta la actualidad. Estas variedades se probaron en ensayos de rendimiento durante cuatro años, utilizando dos niveles de fertilización de nitrógeno: 150 kg N/ha, que es típico de la práctica agronómica actual, y una utilización de bajos insumos de 75 kg N/ha. Los resultados demostraron un considerable aumento del rendimiento debido al fitomejoramiento, con una ganancia genética promedio de 1 t/ha durante el período de 50 años. La misma tendencia de rendimiento fue visible en ambos niveles de fertilización con nitrógeno, lo que significa que el fitomejoramiento ha contribuido a mejoras tanto en el rendimiento de los granos como en la utilización de recursos, independientemente de la cantidad de fertilización aplicada. Se investigaron los componentes del rendimiento y se observó que los cultivares modernos de hoy en día producen más granos por unidad de área y se benefician de un período de llenado de granos más largo que los cultivares de la década de 1970. (Mróz *et al.* 2022)

Proteger el rendimiento de las pérdidas debido a las enfermedades de las plantas es tan importante como mejorar el potencial de rendimiento. Mi último ejemplo se refiere a la fusariosis de la espiga (FE), que se considera la segunda enfermedad más dañina en el trigo a nivel mundial (Savary *et al.* 2019). La FE es causada por varios patógenos de *Fusarium* y es de gran preocupación para la salud humana y animal debido a la producción de micotoxinas. En Noruega, se produjo un cambio en la población de patógenos alrededor de 2005, y la aparición de *F. graminearum* como el patógeno dominante de la fusariosis de la espiga causó graves brotes de enfermedad en avena, cebada y trigo de primavera (Hofgaard *et al.* 2016). Dado que no existen fungicidas totalmente efectivos para controlar la fusariosis de la espiga, este es un caso perfecto para el control integrado de enfermedades. Las pruebas de campo de rutina desde 2007 han revelado grandes diferencias en la resistencia entre cultivares en los tres cereales, y se ha avanzado en la mejora de la resistencia al descartar líneas susceptibles y promover solo las líneas en la mitad superior del espectro de resistencia para los ensayos de variedades y su posterior lanzamiento como cultivares. Con el tiempo, se han reemplazado las variedades susceptibles por otras más resistentes (Tekle *et al.* 2018). La genética de la resistencia a la fusariosis de la espiga en el trigo es compleja e involucra mecanismos de resistencia tanto activos como pasivos. Es necesario tener un buen entendimiento de la genética de la resistencia

y realizar un fenotipado consistente bajo una presión confiable de la enfermedad para lograr avances. Los datos de los ensayos de enfermedades inoculadas demuestran que los obtentores han logrado mejoras considerable en la resistencia a la fusariosis de la espiga con el tiempo. Actualmente, las variedades de trigo de primavera dominantes en el mercado noruego, como “Mirakel”, “Seniorita” y “Caress”, muestran en promedio una reducción del 40 % en el contenido de deoxinivalenol (DON) en comparación con “Bjarne” y “Zebra”, que dominaban el mercado hace dos décadas. Los rasgos que han contribuido a una mejor resistencia a la fusariosis de la espiga en el trigo de primavera noruego incluyen un aumento en la extrusión de anteras, una mejor resistencia tanto a la infección inicial (resistencia Tipo I) como a la propagación fúngica dentro de la espiga (resistencia Tipo II), y mecanismos activos para reducir el contenido de DON en las semillas resultantes (Nannuru *et al.* 2022). La reducción en el contenido de DON mediante el fitomejoramiento es similar al efecto promedio de los fungicidas triazoles más efectivos contra la fusariosis de la espiga en el trigo. Se han documentado diferencias similares en cuanto al contenido de DON en variedades de avena (Tekle *et al.* 2018), mientras que en la cebada las diferencias en resistencia son aún mayores. Por lo tanto, los agricultores pueden reducir considerablemente el riesgo de micotoxinas en su cosecha de granos al cultivar las variedades más resistentes y optar por la aplicación de un fungicida en el momento de la floración en los años con alto riesgo de fusariosis de la espiga. En general, estos esfuerzos de fitomejoramiento han contribuido a una producción de cereales más sostenible con una reducción de las pérdidas de rendimiento y calidad debido a la fusariosis de la espiga.

Como se muestra en los ejemplos anteriores, el fitomejoramiento ha desempeñado un papel fundamental en proporcionar mejoras en el rendimiento y reducir las pérdidas de rendimiento y calidad debido a enfermedades de las plantas. Con las futuras restricciones en el uso de fertilizantes y otros productos agroquímicos, los avances genéticos en combinación con una mejor resistencia a enfermedades serán aún más importantes para satisfacer las demandas futuras de aumento de la productividad. El conocimiento sobre la genética subyacente de los rasgos involucrados ayudará a los obtentores a acelerar las mejoras futuras.

RECONOCIMIENTOS

Estoy sinceramente agradecido al Consejo de Investigación de Noruega, a la Fundación para la Tasa de Investigación sobre Productos Agrícolas (FFL), al Fondo de Investigación del Acuerdo Agrícola (JA) en Noruega y al Consejo Noruego de Recursos Genéticos, quienes financiaron gran parte de la investigación mencionada en esta presentación, y a la extensa y fructífera colaboración de los obtentores en Graminor.

REFERENCIAS

- Hofgaard, I.S., Aamot, H.U., Torp, T., Jestoi, M., Lattanzio, V.M.T., Klemsdal, S.S., Waalwijk, C., Van der Lee, T. and Brodal, G. (2016) Associations between *Fusarium* species and mycotoxins in oats and spring wheat from farmers' fields in Norway over a six-year period. *World Mycotoxin Journal* 9: 365–378.
- Lillemo, M. and Dieseth, J.A. (2011) Wheat breeding in Norway. In: Bonjean, A.P., Angus, W.J. and van Ginkel, M. (eds), *The World Wheat Book. A History of Wheat Breeding*, vol. 2. Paris: Lavoisier Publishing, pp. 45–79.
- Lillemo, M., Reitan, L. and Bjørnstad, Å. (2010) Increasing impact of plant breeding on barley yields in central Norway from 1946 to 2008. *Plant Breeding* 129: 484–490.
- Long, S.P., Marshall-Colon, A. and Zhu, X.-G. (2015) Meeting the global food demand of the future by engineering crop photosynthesis and yield potential. *Cell* 161: 56–66.
- Mróz, T., Dieseth, J.A. and Lillemo, M. (2022) Historical grain yield genetic gains in Norwegian spring wheat under contrasting fertilization regimes. *Crop Science* 62: 997–1010.
- Nannuru, V.K.R., Windju, S.S., Belova, T., Dieseth, J.A., Alsheikh, M., Dong, Y., McCartney, C.A., Henriques, M.A., Buerstmayr, H., Michel, S., Meuwissen, T.H.E. and Lillemo, M. (2022) Genetic architecture of *Fusarium* head blight disease resistance and associated traits in Nordic spring wheat. *Theoretical and Applied Genetics* 135: 2247–2263.
- Savary, S., Willocquet, L., Pethybridge, S.J., Esker, P., McRoberts, N. and Nelson, A. (2019) The global burden of pathogens and pests on major food crops. *Nature Ecology & Evolution* 3: 430–439.
- Tekle, S., Lillemo, M., Skinnes, H., Reitan, L., Buraas, T. and Bjørnstad, A. (2018) Screening of oat accessions for *Fusarium* head blight resistance using spawn-inoculated field experiments. *Crop Science* 58: 143–151.

Vortrag auf dem Seminar



The role of plant breeding for increasing productivity and reducing crop losses

Morten Lillemo
UPOV seminar 12.10.2022

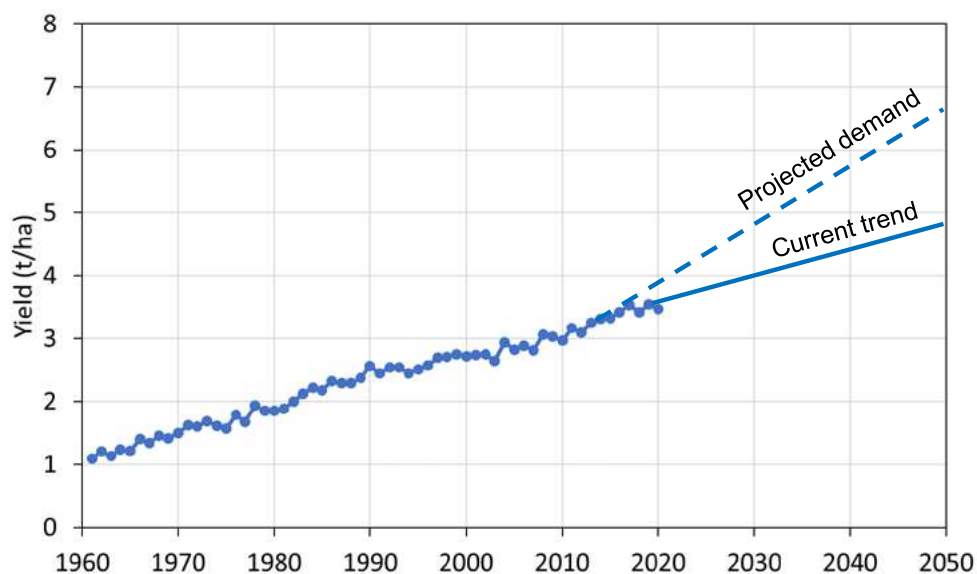


Plant Phenotyping NMBU

Norwegian University of Life Sciences

1

Actual and projected global wheat yields



Adapted from Long et al, (2015) Cell 161:56-66

How to reduce the climate footprint of crop production?



Plant phenotyping NMBU

Norwegian University of Life Sciences

3

Outline



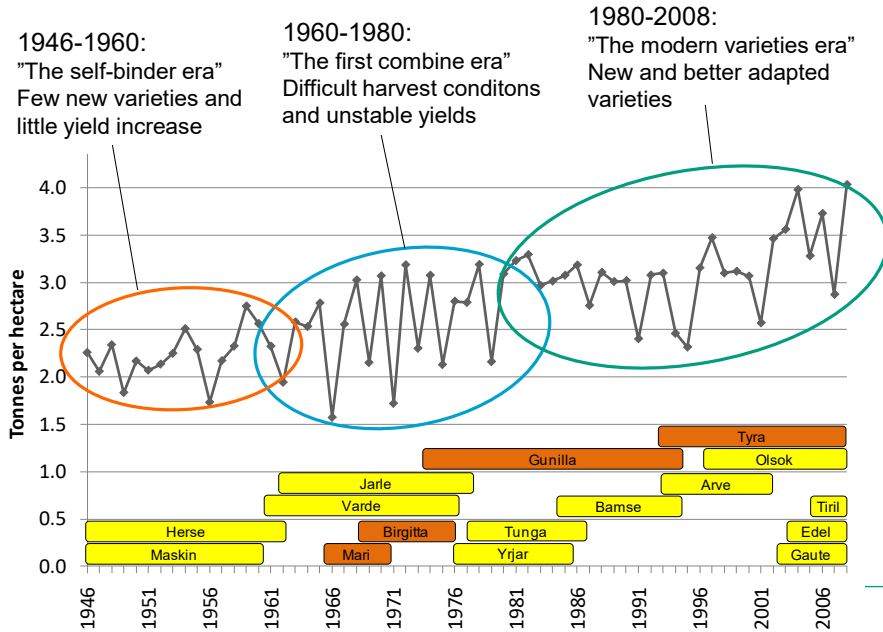
- Impacts of plant breeding for improving yield
 - Case 1: Barley yields in central Norway
 - Case 2: Yield genetic gains in wheat
- Impacts of plant breeding for reducing crop losses
 - Case 3: Fusarium head blight resistance in wheat

Plant phenotyping NMBU

Norwegian University of Life Sciences

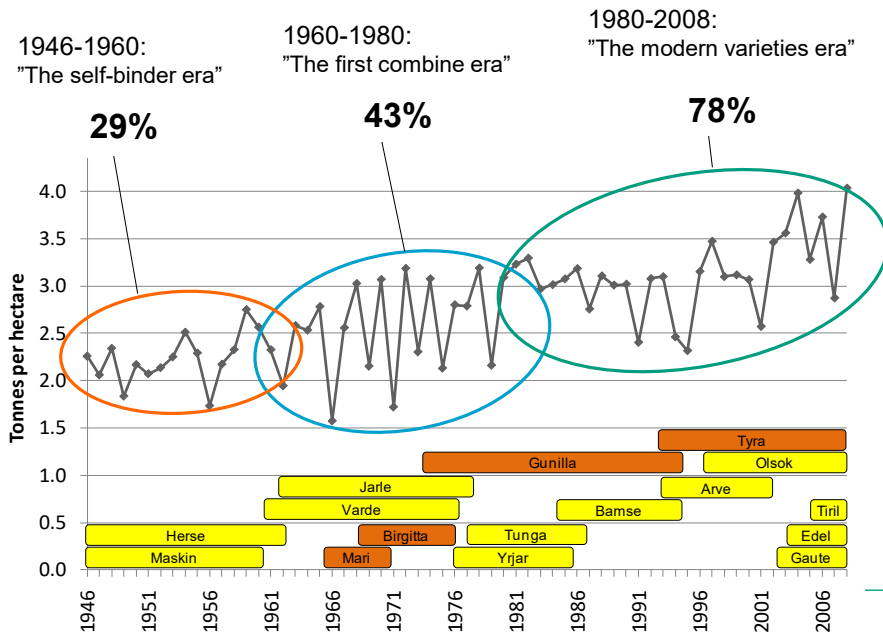
4

Barley yields in central Norway



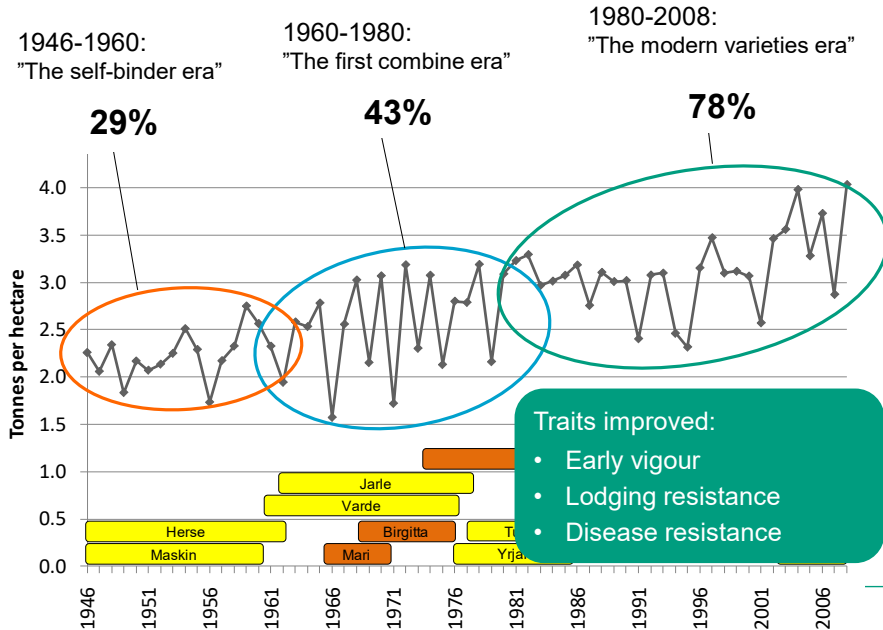
5

Contributions from plant breeding



6

Contributions from plant breeding



Yield genetic gains in Norwegian spring wheat

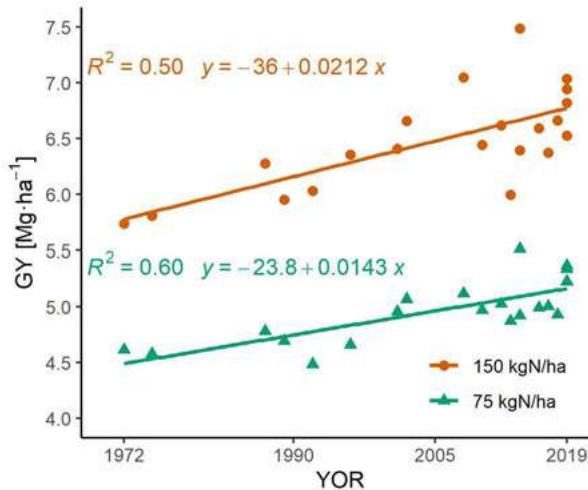


- Yield trials with 19 varieties released during the period 1972-2019
- Two nitrogen fertilization levels:
 - 150 kg N/ha and 75 kg N/ha



Mróz et al (2022),
Crop Science 62: 997-1010
<https://doi.org/10.1002/csc2.20714>

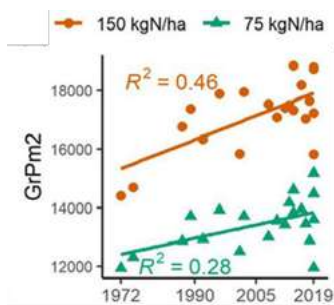
Genetic improvement of 1 t/ha



- Similar yield gains at both N-fertilization levels
- Modern varieties at low input approach the yields of old varieties at high input

Mróz et al (2022),
Crop Science 62: 997-1010
<https://doi.org/10.1002/csc2.20714>

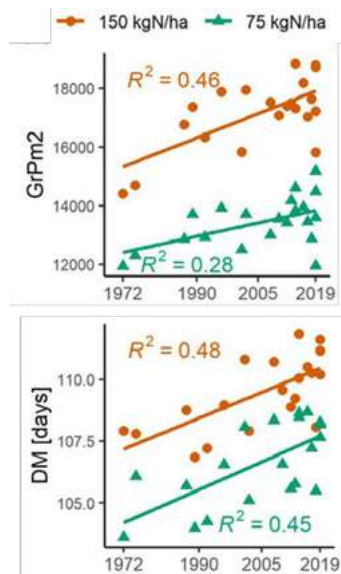
Which traits were improved?



- More grains per head and per m²
 - producing more grains with the same available resources

Mróz et al (2022),
Crop Science 62: 997-1010
<https://doi.org/10.1002/csc2.20714>

Which traits were improved?



- More grains per head and per m²
 - producing more grains with the same available resources

- Later maturity (~ 3 days)
 - Better utilization of the longer growing season

Mróz et al (2022),
Crop Science 62: 997-1010
<https://doi.org/10.1002/csc2.20714>

Fusarium Head Blight (FHB)



- A major disease problem on all cereals in Norway since the 1990s
 - reduced tillage, inadequate crop rotation, cultivation of susceptible cultivars
- Caused by *Fusarium graminearum* and other *Fusarium* pathogens
- Accumulation of mycotoxins in the grains



Fusarium Head Blight (FHB)



- A major disease problem on all cereals in Norway since the 1990s
 - reduced tillage, inadequate crop rotation, cultivation of susceptible cultivars
- Caused by *Fusarium graminearum* and other *Fusarium* pathogens
- Accumulation of mycotoxins in the grains
- No easy solution:
 - no fully effective fungicides available
 - no cultivars with complete resistance
- A good case for integrated disease control

Plant phenotyping NMBU

Norwegian University of Life Sciences

13

Components of FHB resistance



| Active resistance | Evaluation |
|----------------------------------|--|
| Type I: Resistance to invasion | Severity after spray/spawn inoculation |
| Type II: Resistance to spread | Severity after point inoculation |
| Type III: Mycotoxin accumulation | DON content |
| Type IV: Kernel infection | % FDK |
| Type V: Tolerance | Yield |

We need a good genetic understanding of these traits

Passive resistance (avoidance)

Increased plant height

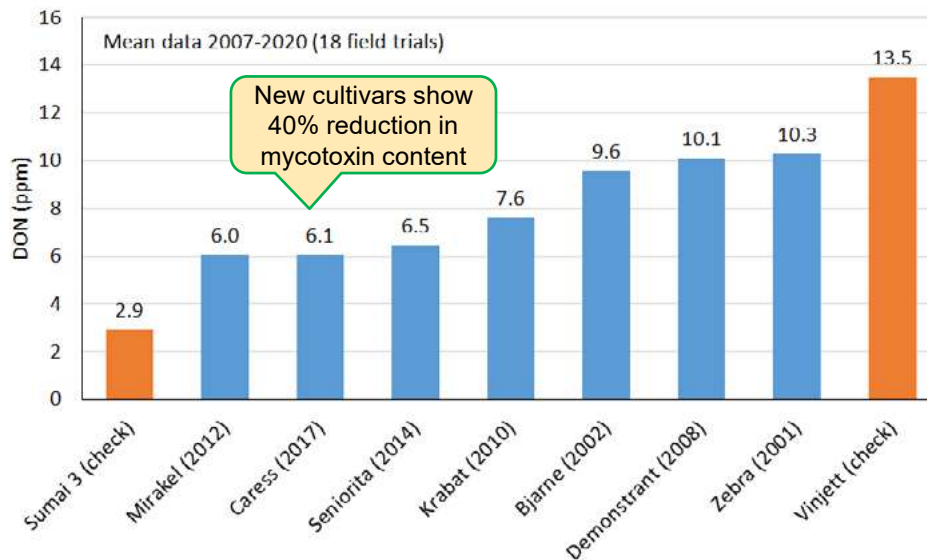
Flowering biology: anther extrusion, cleistogamy, flower opening, etc.

Plant phenotyping NMBU

Norwegian University of Life Sciences

14

Progress in breeding for FHB resistance in spring wheat



Summary



- Plant breeding works!
- Increased productivity
 - Case 1: Yield stability of barley cultivars – better adapted to new harvesting regime
 - Case 2: Higher-yielding spring wheat cultivars with better nitrogen utilization
- Reduced crop losses due to disease
 - Case 3: New cultivars with 40% reduction in mycotoxin content



Acknowledgements



PREGUNTAS

TORO UGALDE, Manuel (Sr.), vicepresidente del Comité Administrativo y Jurídico de la UPOV (moderador)

Ahora tenemos un breve momento para preguntas a nuestros oradores si alguien tiene alguna pregunta. Sr. Fernando Ortego Klose de Chile.

ORTEGA KLOSE, Fernando (Sr.), Obtentor de plantas forrajeras, Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Chile (INIA), Centro regional de Carillanca (Chile) (orador)

Muchas gracias. Una pregunta para Morten. Tengo entendido que en las nuevas variedades de algunos de sus cereales, el período fenológico es más largo que en las variedades más antiguas. ¿Es una ventaja o una desventaja en la tolerancia a la sequía?

LILLEMO, Morten (Sr.), profesor, Universidad Noruega de Ciencias Biológicas, Profesorado de Biociencias, (Noruega) (orador)

En nuestro país, la temporada de cultivo es bastante corta y no solemos tener problemas de sequía. Debido al calentamiento del clima, tenemos temperaturas más altas durante la temporada de cultivo, la primavera empieza antes y el otoño llega un poco más tarde. Por lo tanto, es beneficioso para nosotros tener temporadas de cultivo más largas para las variedades, pero esto también conlleva un riesgo, porque a veces tenemos lluvias en primavera, lo que significa que los agricultores vienen y plantan para la explotación que quieren plantar y podríamos tener muchas lluvias en otoño, lo que dificulta las comisiones de cosecha.

Se trata de un equilibrio y también de un dilema, pero en el mercado hay demanda de variedades de maduración temprana y tardía, también para diversificar el riesgo.

ORTEGA KLOSE, Fernando (Sr.), Obtentor de plantas forrajeras, Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Chile (INIA), Centro regional de Carillanca (Chile) (orador)

De acuerdo. Gracias.

INVESTIGACIONES EN VARIEDADES DE CULTIVO QUE ATIENDEN LAS NECESIDADES DEL MERCADO Y ESTÁN ADAPTADAS A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS: TOLERAN LOS ESTRESSES BIÓTICO Y ABIÓTICO

Sr. Francis Kusi, Sr. Joseph Adjebeng-Danquah, Sra. Gloria Boakyewaa Adu, Sr. Richard Oteng-Frimpong, Sr. Samuel Oppong Abebrese, Sr. Emmanuel Boache Chamba, Dr. Kwabena Acheremu, Sr. Peter Anabire Asungre, Sr. Richard Yaw Agyare, Sr. Kenneth Opare Obuobi, Ss. Francisca Addae-Frimpomaah y Sr. Nicholas Denwar,
Consejo de investigación científica e industrial, Instituto de Investigación Científica e Industrial (CSIR-SARI) (Ghana)

ANTECEDENTES

El Instituto de Investigación Agrícola de la Sabana (CSIR-SARI) es uno de los 13 institutos de investigación dependientes del Consejo de Investigación Científica e Industrial de Ghana. El instituto tiene su sede en Nyankpala, en la región septentrional de Ghana, y su mandato abarca las cinco regiones del norte del país. La zona de su mandato se encuentra dentro de las agroecologías de sabana de Guinea y Sudán, que en conjunto cubren alrededor del 40 % de la superficie total de Ghana. Esta zona se caracteriza por un régimen pluviométrico monomodal que suele ser errático. Además de las inundaciones y la sequía terminal, también se producen sequías intermitentes, incluso durante la temporada de lluvias, lo que reduce el rendimiento de varios cultivos (Amikuzuno y Donkoh 2012).

El instituto tiene el mandato técnico de llevar a cabo investigaciones agrícolas sobre cultivos de alimentos y fibras en el norte de Ghana con el fin de introducir tecnologías mejoradas que aumenten la productividad agrícola general. Los cultivos del mandato incluyen sorgo, mijo, arroz, maíz, caupí, cacahuete, soja, cacahuete bambara, guandú, ñame, mandioca, batata, papa frafra, algodón, hortalizas y, recientemente, especies olvidadas e infrautilizadas como el fonio.

Para poder llevar a cabo adecuadamente sus actividades en la vasta zona del mandato, el CSIR-SARI tiene dos estaciones externas en Manga (región del Alto Este) y Wa (región del Alto Oeste), además de la estación principal de Nyankpala, y estas estaciones externas supervisan las actividades de investigación en las distintas regiones.

CARACTERÍSTICAS DE LA AGRICULTURA EN LA ZONA DEL MANDATO

La agricultura en las zonas septentrionales de Ghana, donde CSIR-SARI tiene el mandato de investigar, se caracteriza por varias limitaciones relacionadas con el clima (Figura 1). Algunas de ellas son la sequía intermitente y terminal, la susceptibilidad a las plagas y enfermedades de cultivos y animales, los brotes esporádicos de plagas como el gusano cogollero, el barrenador del grano y otras (Antwi-Agyei *et al.* 2012). Hay elevadas pérdidas poscosecha, contaminación por micotoxinas, aflatoxinas y otras. El bajo rendimiento de los cultivos, debido a la pobreza de los suelos, el escaso uso de insumos y la utilización de variedades de bajo rendimiento, también es frecuente en la zona. Además, la escasez de salidas comerciales y el carácter estacional de la producción han provocado a menudo una superabundancia de la mayoría de los productos agrícolas de la zona. La zona también es vulnerable a los incendios forestales anuales, que a veces provocan la pérdida de explotaciones y de medios de subsistencia. Se prevé que todos estos retos aumenten en el futuro como consecuencia del cambio climático (IPCC 2014). Los incendios forestales anuales tienen enormes efectos tanto en la vegetación como en los suelos, ya que se ha descubierto que la relación suelo-fuego define la estructura del suelo, las funciones y la dinámica del ecosistema (Amoako y Gambiza 2019). Las propiedades físicas y químicas del suelo se alteran durante la quema de la biomasa. Por ejemplo, nutrientes como el nitrógeno (N) se volatilizan debido a su sensible umbral de temperatura (DeBano *et al.* 1976).

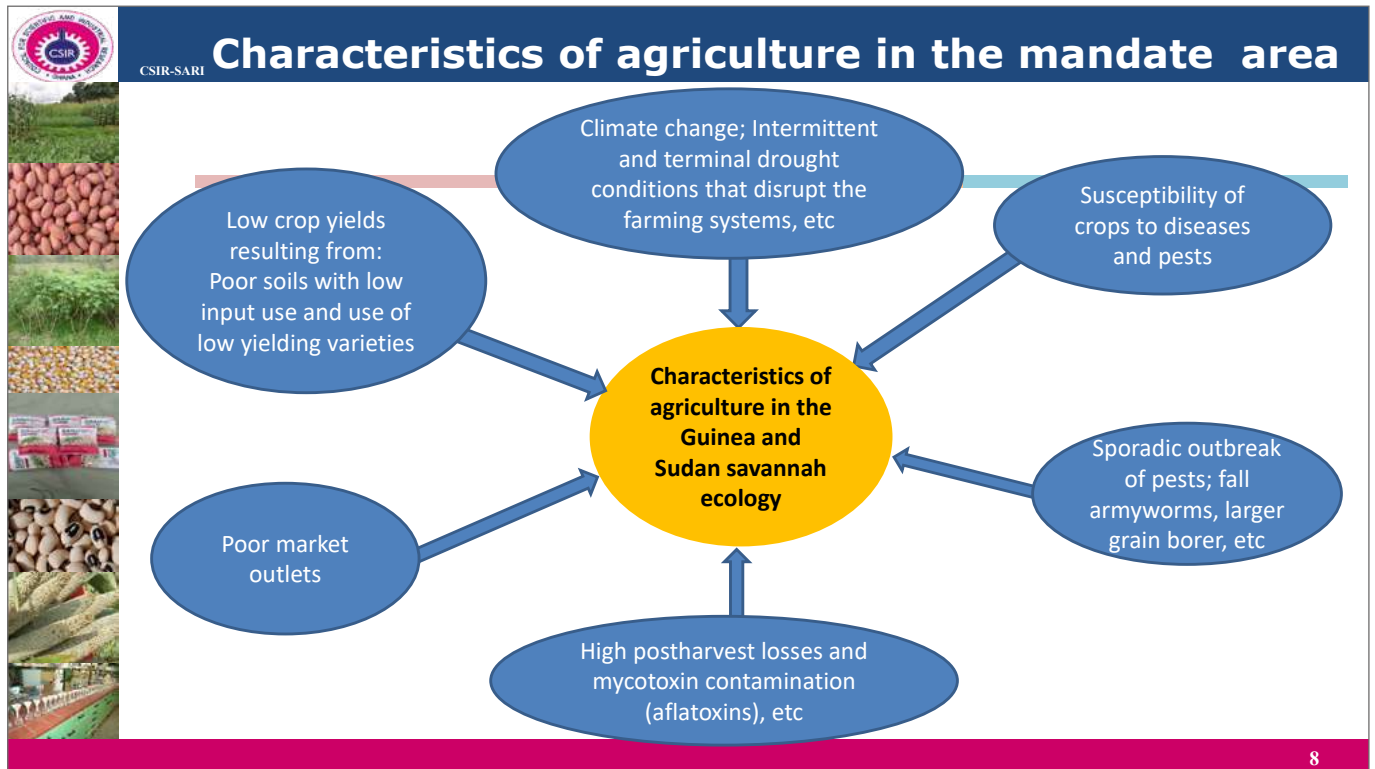


Figura 1. Características de la agricultura en las ecologías de sabana de Guinea y Sudán.

EL ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El instituto aplica un sistema conocido como Investigación de Sistemas Agrícolas que implica activamente a los agricultores y otros usuarios finales que puedan necesitar nuestras tecnologías (Figura 2). Este sistema facilita la identificación y priorización de las necesidades de los agricultores y otros usuarios finales de la cadena de valor agrícola. Con este sistema, cada una de las regiones alberga un Grupo de Investigación sobre Sistemas Agrícolas (FSRG) que supervisa las actividades de investigación en la región. Se trata del Grupo de Investigación sobre Sistemas Agrícolas del Alto Este (UER-FSRG), el Grupo de Investigación sobre Sistemas Agrícolas del Alto Oeste (UWR-FSRG) y el Grupo de Investigación sobre Sistemas Agrícolas de la Región Septentrional (NR-FSRG). Cada uno de estos grupos de investigación tiene un coordinador que enlaza las actividades de investigación y extensión en la región respectiva. Todos los grupos de investigación están respaldados por el Grupo de Apoyo Científico (SSG), con sede en la oficina principal de Nyankpala. El SSG está compuesto por científicos de diferentes especialidades, como agronomía, fitomejoramiento, edafología, protección de cultivos, socioeconomía, agrometeorología y nutrición. Los científicos realizan aquí investigación básica y desarrollan tecnologías y paquetes que luego se transmiten a los usuarios finales a través de los coordinadores de los grupos de investigación sobre sistemas agrícolas.

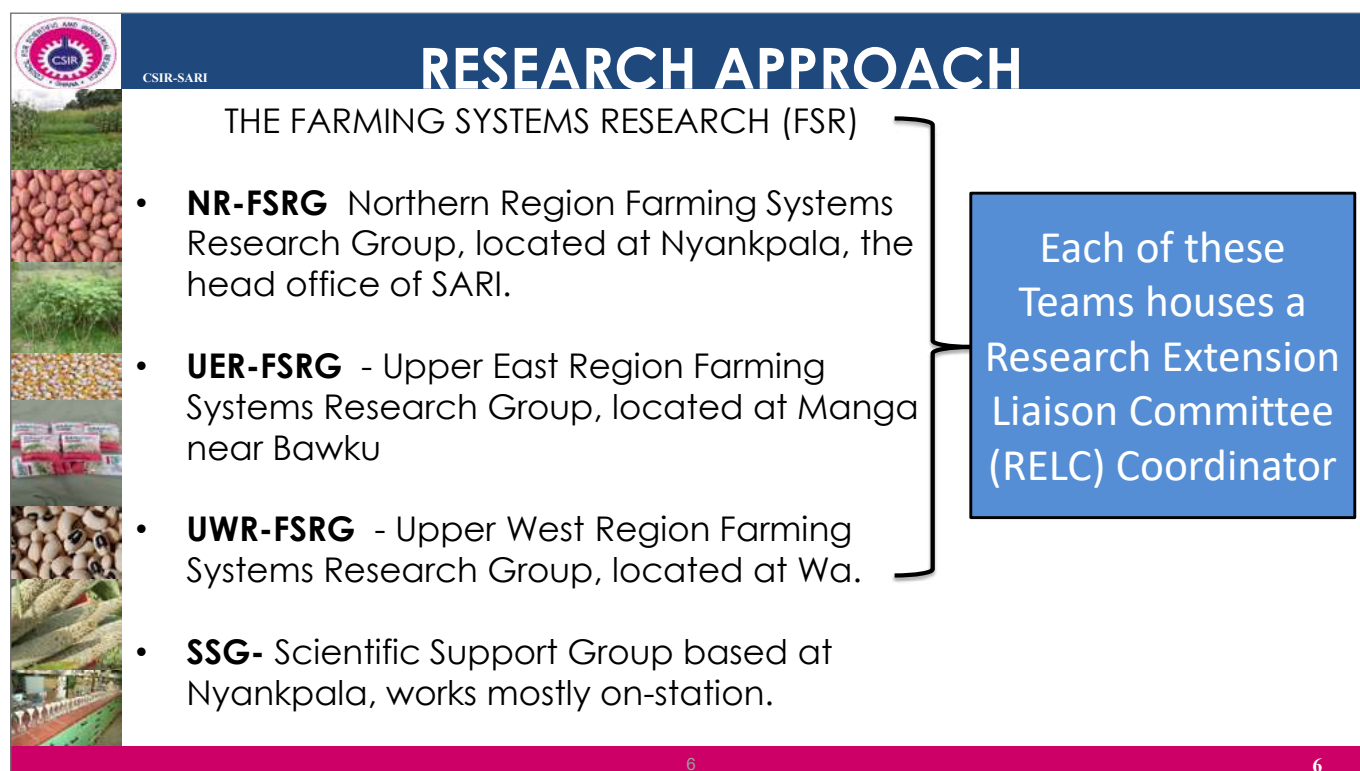


Figura 2. Estructura de investigación adoptada por el CSIR-SARI.

ESQUEMA DE INVESTIGACIÓN EN FUNCIÓN DE LA DEMANDA

Los usuarios finales o las demandas del mercado dirigen las actividades de investigación del CSIR-SARI (Figura 3). Las limitaciones o preocupaciones identificadas por los usuarios finales durante los talleres de partes interesadas o las reuniones de planificación se llevan a la plataforma de investigación a través de los coordinadores del Comité de Vinculación Investigación-Extensión, que a su vez envían los comentarios y soluciones a los mismos usuarios finales a través de reuniones y demostraciones. Durante estos talleres de partes interesadas y reuniones de planificación se producen interacciones directas entre investigadores, agricultores, agentes de extensión agraria, procesadores, comerciantes, responsables de formular políticas y otras partes interesadas para valorar los retos y las posibles soluciones. Estas interacciones también permiten a los investigadores conocer los problemas existentes y las posibles soluciones para poder desarrollar tecnologías que satisfagan las demandas del mercado. Además de estas reuniones, los obtentores llevan a cabo un proceso participativo de fitomejoramiento o selección varietal durante el cual los investigadores y los usuarios finales diseñan el perfil de producto adecuado y seleccionan el producto de su elección. Esto también facilita la adopción del producto final resultante, ya que satisfará las demandas del mercado.

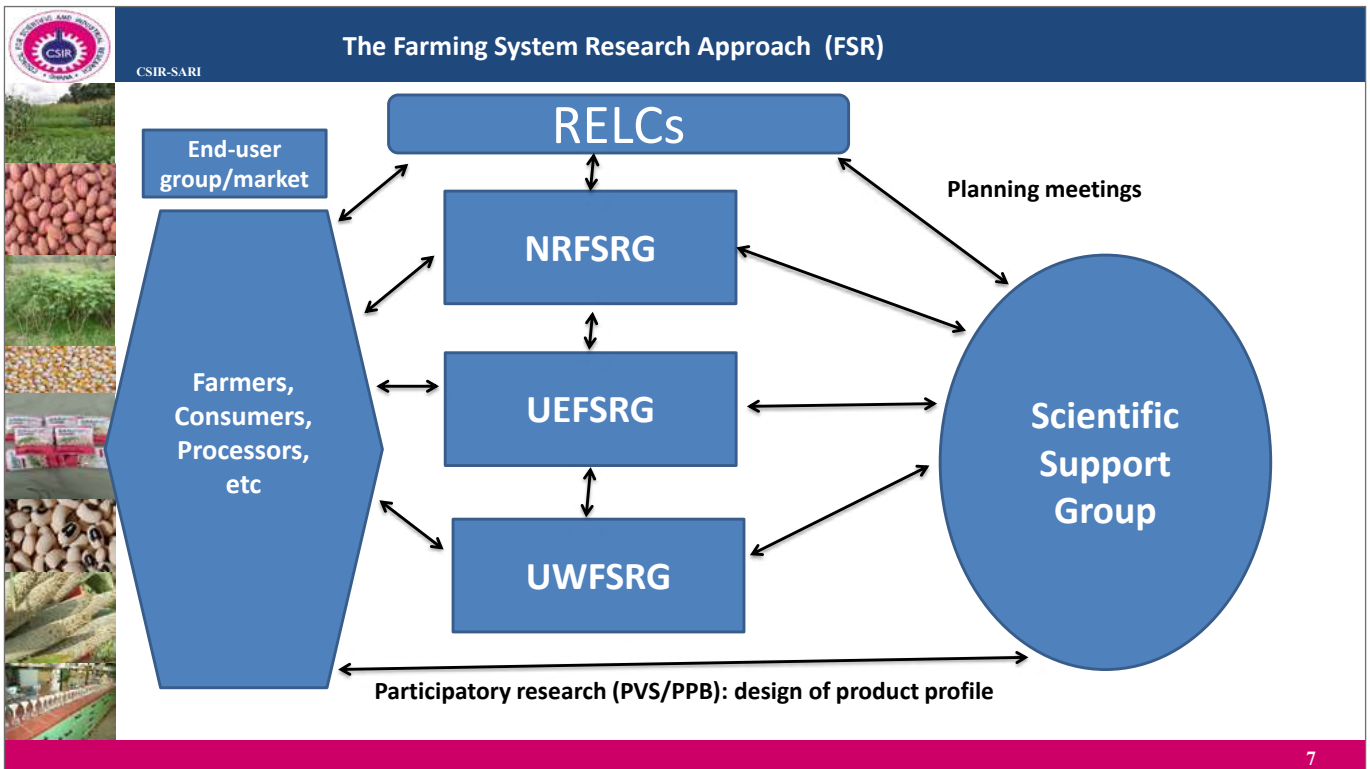


Figura 3. El enfoque de investigación de los sistemas agrícolas que muestra los vínculos entre los equipos y los usuarios finales.

EL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE CULTIVOS DEL CSIR-SARI

Se calcula que alrededor del 5 % de la población de Ghana padece inseguridad alimentaria, mientras que otros 2 millones son vulnerables y necesitan importar para cubrir el déficit debido al estancamiento de los rendimientos de cultivos como el maíz, el arroz, el sorgo, el mijo y el cacahuete, de los que depende la mayoría de los ghaneses (Baffour-Ata *et al.* 2021). Es necesario idear estrategias que ayuden a abordar estos desafíos a los que se enfrentan los agricultores de la cadena de valor agrícola a la hora de elegir una variedad de cultivo. El objetivo del programa de mejoramiento de cultivos del CSIR-SARI es desarrollar variedades de cultivo preferidas por el usuario final que posean los atributos deseados y encajen en la agroecología de la zona del mandato. Algunas de las variedades de cultivo se desarrollan para tolerar específicamente la baja fertilidad del suelo, ser resistentes a plagas y enfermedades, tolerar la sequía y también tolerar otras limitaciones que caracterizan a los sistemas agrícolas de este entorno. Gracias a ello, el CSIR-SARI ha desarrollado e introducido muchas variedades de cultivo para su cultivo en la zona del mandato (MoFA 2019). Aparte del desarrollo varietal, el instituto también produce semillas mejoradoras y de fundación de los cultivos del mandato que luego se ponen a disposición de las empresas productoras de semillas. Esto se hace para mejorar el acceso de los agricultores a estas variedades. Las variedades mejoradas de cultivos como el caupí, el maíz, el arroz, la soja y el sorgo tienen una gran demanda en el mercado y ocupan un lugar muy destacado en programas nacionales emblemáticos como Plantar para alimentar y crear empleo.

PERFILES ACTUALES DE PRODUCTOS CLIMÁTICAMENTE INTELIGENTES

Productos contra el estrés biótico

En la actualidad, el instituto está desarrollando diferentes perfiles de productos climáticamente inteligentes para hacer frente a diversos desafíos. En concreto, para hacer frente al estrés biótico al que se enfrenta la agricultura en la zona del mandato, los objetivos de fitomejoramiento se centran en la resistencia al gusano cogollero del maíz y al pulgón del caupí. Los pulgones son devastadores para la producción de caupí en el norte de Ghana. También se están buscando nuevas variedades resistentes a *Macrophomina phaseolina*, un hongo patógeno ubicuo polífago transmitido por el suelo que se ha descrito como uno de los patógenos vegetales emergentes más importantes del caupí. Se ha informado de que este patógeno causa hasta un 10 % de pérdida en el rendimiento del caupí y puede

arrasar un campo entero en variedades cultivadas susceptibles (Lamini *et al.* 2020). En el caso de las variedades de cacahuete, los rasgos buscados incluyen la resistencia a las manchas foliares tempranas y tardías, además de un alto rendimiento. Se están desarrollando otras variedades con alto contenido oleico para hacer frente a los desafíos nutricionales. También se está evaluando la resistencia/tolerancia de las variedades de mandioca a los daños causados por la araña verde de la mandioca y la cochinilla de la mandioca. Estas plagas son muy comunes en la estación seca o durante períodos de estrés hídrico, y pueden causar graves daños en los brotes. Un estrés biótico importante que afecta y causa graves pérdidas de cultivos de cereales y leguminosas en la ecología de la sabana de Guinea y Sudán es la maleza parasitaria *Striga* spp (Kroschel 1999; Kim *et al.*, 2002; Muranaka *et al.* 2011). La *Striga hermontica* (cereales) y la *Striga gesnerioides* (leguminosas) pueden causar graves pérdidas de rendimiento en el maíz y el caupí, respectivamente. Actualmente, el instituto está desarrollando variedades de maíz y caupí resistentes a *S. hermontica* y *S. gesnerioides*, respectivamente.

Productos contra el estrés abiótico

En el caso de la investigación para hacer frente al estrés abiótico, la atención se centra en el desarrollo de variedades de cultivos climáticamente inteligentes para combatir los desafíos emergentes asociados al cambio climático. Por ejemplo, el fonio (*Digitaria exilis* (Kappist) Stapf), que originalmente no formaba parte de los cultivos bajo mandato, se está considerando ahora por su corta duración y su tolerancia a la agricultura de bajos insumos. Además, la papa frafra (*Solenostemon rotundifolius* Poir.) también se ha incluido en el programa de fitomejoramiento por su resistencia y corta duración, que la hacen adecuada para zonas donde no pueden cultivarse otras raíces y tubérculos como la mandioca, el ñame y la batata. El instituto también está desarrollando variedades de tomate resistentes al calor, variedades de maíz y caupí resistentes a la sequía y variedades de maíz eficientes en el uso del nitrógeno para hacer frente a los problemas del cambio climático. La mandioca y la batata son alimentos básicos muy importantes en la dieta de muchas personas del norte de Ghana y se han identificado como cultivos clave capaces de afrontar los desafíos asociados al cambio climático. Los rasgos clave considerados para hacer frente al cambio climático son la precocidad (para adaptarse a la corta estación de lluvias), la tolerancia a la sequía y la permanencia en verde de la batata para garantizar su utilización con doble propósito (raíces como alimento para humanos y cepas para alimentación animal).

Productos para satisfacer las necesidades de la industria

Para satisfacer las demandas de la industria y garantizar el cultivo a gran escala, el instituto está buscando variedades de cultivos con atributos que satisfagan las preferencias de la industria. Por ejemplo, las variedades de sorgo con cualidades cerveceras premium están en etapas avanzadas de desarrollo para satisfacer las necesidades de la industria. También se están estudiando las razas Caudatum y Guinea del sorgo para su utilización como biocombustible. También se están estudiando genotipos de sorgo dulce para la producción de etanol. En el caso de la mandioca, se están evaluando genotipos de fitomejoramiento para obtener un alto contenido de materia seca y un alto rendimiento para su transformación industrial en harina y almidón. El programa de mejoramiento del algodón del instituto también está evaluando actualmente algunos híbridos de algodón por su alto potencial de rendimiento, alto porcentaje de emergencia, alto rendimiento en el desmotado y buena calidad de la fibra. Estos genotipos se encuentran en una etapa avanzada de liberación oficial, sujeta a la aprobación del Comité Nacional de Liberación y Registro de Variedades.

VARIETADES DE CULTIVO DESARROLLADAS Y LIBERADAS POR EL CSIR-SARI

Según estos objetivos de fitomejoramiento para dirigirse a los mercados emergentes, el CSIR-SARI ha creado muchas variedades de cultivo de nuestro mandato con diferentes atributos para satisfacer las necesidades de los usuarios finales (Tabla 1). En el caso del maíz, se han liberado muchas variedades para su cultivo en Guinea, la

sabana sudanesa y las ecologías de transición de Ghana. Algunos de sus atributos clave son la madurez temprana, la tolerancia a la sequía, la tolerancia a la Striga y un rendimiento del grano alto y estable. Incluyen variedades de maíz blanco y amarillo para satisfacer mercados específicos. El siguiente cultivo es el arroz, que se ha convertido en uno de los principales alimentos básicos. La mayoría de los consumidores ghaneses prefieren el arroz aromático, lo que ha provocado importaciones anuales que cuestan al país varios millones de cedis ghaneses. El instituto ha liberado una serie de variedades para satisfacer las necesidades de los consumidores. Entre los rasgos clave que se tuvieron en cuenta figuran el rendimiento, la precocidad, el aroma y la resistencia a plagas y enfermedades comunes asociadas al cultivo del arroz en Ghana. Las variedades de soja que poseen los rasgos preferidos por los usuarios finales han sido liberadas para su cultivo por los agricultores del norte de Ghana. La mayoría de las variedades de soja cultivadas comunes a los agricultores del norte de Ghana se desgrana mucho cuando se retrasa la cosecha, lo que provoca pérdidas de rendimiento. El objetivo del programa de mejoramiento de la soja es desarrollar variedades de soja que no se desgranen y que satisfagan las necesidades de los agricultores. Por ello, se han liberado diversas variedades. Algunas de ellas poseen atributos no desgranables que toleran el retraso de la cosecha.

En el caso del sorgo, el instituto ha liberado dos variedades populares. Los rasgos clave que se tienen en cuenta son la precocidad, la resistencia a la chinche, la Striga, la tolerancia a la sequía y la buena calidad cervecera. En el caso del mijo, se han liberado cinco variedades y se tienen en cuenta atributos como la precocidad, la alta producción de grano, el alto contenido de Fe y Zn en el grano, la resistencia a la Striga, la resistencia/tolerancia al mildiu, la sequía y otras condiciones climáticas adversas. Para el caupí, se consideran atributos clave como la precocidad, el alto rendimiento y la resistencia/tolerancia a la Striga, la resistencia a plagas de insectos como la Maruca y los trips. Para las variedades de cacahuete, los rasgos clave considerados son la resistencia a plagas de insectos y enfermedades, el alto rendimiento, la madurez temprana, el alto contenido oleico, así como la dormancia de la semilla fresca. En el caso de la batata, se presta atención a las variedades con alto contenido en betacaroteno y antocianinas, alto contenido de materia seca, madurez temprana y atributos de permanencia en verde para su utilización con doble finalidad. En el caso de la mandioca, se han liberado tres variedades y los rasgos clave considerados son la precocidad, el alto contenido de materia seca, el alto rendimiento, la permanencia en verde, el alto contenido en almidón, la resistencia/tolerancia a la enfermedad del virus del mosaico de la mandioca africana, la tolerancia al ácaro verde de la mandioca y a la cochinilla de la mandioca. En cuanto al ñame, el instituto ha lanzado cinco variedades mejoradas. Los rasgos clave son el alto rendimiento, el buen aspecto del tubérculo, la calidad alimentaria (hervido y machacado), la baja reacción a plagas y enfermedades, el alto contenido de materia seca y la tolerancia a la oxidación. En el caso de la papa frafra, el CSIR-SARI ha liberado cinco variedades. Los atributos clave son el alto rendimiento, el gran tamaño de los tubérculos y la baja reacción a enfermedades y plagas. El CSIR-SARI también ha liberado dos variedades de algodón con buena calidad de la fibra para la industria textil.

| Cultivo | Rasgos clave considerados | Varietades populares |
|-------------|---|---|
| Maíz | Precocidad, tolerancia a la sequía, resistencia/tolerancia a la Striga, rendimiento de grano alto y estable | Sanzal-sima, Wang-dataa, Bihilifa, Kparifaako, Suhudoo, Kunjor-wari, Wang-Basig, Denbea, Salin-kawana |
| Arroz | Madurez temprana, demanda del mercado, rendimiento, aroma | Arroz Gbewaa, Gbewaa rojo, arroz Sabana, Malimali, Digan |
| Soja | Precocidad, resistencia al desgranamiento, alto rendimiento | Jenguma, Afayak, Favour, Quarshie, Suong Pungun |
| Sorgo | Precocidad, resistencia/tolerancia a las chinches, la Striga y a los períodos de sequía, calidad cervecera | Kapaala, Dorado |
| Mijo | Precocidad, alto rendimiento, resistencia/tolerancia a la Striga, períodos de sequía, etc. | Akad-kom, Kaanati, Naad-Kohblug, Afribeh-Naara, Waapp-Naara |
| Caupí | Precocidad, alto rendimiento, resistencia/tolerancia a plagas de insectos y enfermedades clave, selección para dormancia de semillas frescas. | Kirkhouse Benga 1, Wang Kae, Padi Tuya, Soo sima, Difeele, Zaayura pali |
| Cacahuete | Earliness, high yielding, resistance/tolerance to key insect pests and diseases, selection for fresh seed dormancy | SARINUT 1, SARINUT 2, Nkatie-sari, |
| Mandioca | Aumento temprano de volumen, alto contenido de materia seca, alto rendimiento, permanencia en verde, alto contenido de almidón, resistencia/tolerancia a la enfermedad del virus del mosaico de la mandioca africana, tolerancia al ácaro verde de la mandioca, tolerancia a la cochinilla de la mandioca | Nyeri-kobga, Eskamaye, Fil-Ndiakong |
| Batata | Precocidad, alto rendimiento, betacaroteno, antocianinas, resistencia/tolerancia al gorgojo de la batata, permanencia en verde/tolerancia a la sequía, alto contenido de materia seca para procesamiento industrial, etc. | CSIR-SARI Nan, CSIR-SARI JanLow, CSIR-SARI Diedi, CSIR-SARI Nyoribegu |
| Ñame | Alto rendimiento, aspecto del tubérculo, calidad alimentaria (hervido y machacado), baja reacción a plagas y enfermedades, alto contenido de materia seca, tolerante a la oxidación | SARI-Olondo, SARI-Nyamenti, SARI-Pona, SARI-Fuseinibila, SARI-Tila |
| Papa frafra | Alto rendimiento, tubérculos de gran tamaño, baja reacción a enfermedades y plagas | WAAPP Piesa 1, Manga-moya, Maa-Lana, Naachem-Tiir, Nutsugah Piesa |
| Algodón | Precocidad, alto rendimiento de la fibra, calidad de la fibra | SARCOT1, SARCOT 5 |

Tabla 1. Varietades de cultivo mejoradas desarrolladas y liberadas por el CSIR-SARI.


FUTUROS TEMAS DE INVESTIGACIÓN

La variabilidad climática supone un gran desafío para la sostenibilidad de los medios de subsistencia basados en la agricultura en el África subsahariana debido a la escasa capacidad de adaptación y al débil marco institucional de la región. Esto tiene graves repercusiones en la capacidad de muchos hogares de la región para cumplir los objetivos de desarrollo sostenible, especialmente en materia de seguridad alimentaria y mitigación de la pobreza (Niang *et al.* 2014; IPCC 2014). Para hacer frente a estos desafíos previsibles, es necesario desarrollar estrategias que puedan aliviar la vulnerabilidad de la agricultura en Ghana. Esto requiere el desarrollo de variedades de cultivo climáticamente inteligentes que sean tolerantes al estrés biótico y abiótico. En concreto, se necesitarían variedades de cultivo con una vida útil prolongada para reducir las pérdidas poscosecha. Es necesario aprovechar y utilizar técnicas de fitomejoramiento rápido que ayuden a los productores a acelerar y maximizar la ganancia genética, especialmente en el caso de rasgos con baja heredabilidad. El uso de técnicas de fenotipado y genotipado de alto rendimiento también mejorará la eficiencia de la selección para la tolerancia al estrés abiótico y mejorará los resultados de los programas de fitomejoramiento que tienen como objetivo el desarrollo de productos prioritarios para satisfacer los mercados existentes y emergentes. Las herramientas biotecnológicas modernas, como la edición genética y la modificación genética mediante repeticiones palindrómicas cortas agrupadas y regularmente interespaciadas (CRISPR), serían muy útiles para explotar los genes resistentes de diferentes orígenes genéticos, incluidos los parientes silvestres. Además, el fitomejoramiento asistido por marcadores y la selección genómica pueden utilizarse para mejorar las variedades de cultivo preferidas por los agricultores mediante la introgresión de nuevos genes. Para facilitar la adopción de las variedades de cultivo mejoradas resultantes, en el diseño del producto deben tenerse en cuenta las preferencias del usuario final y los requerimientos de la industria de cultivos no alimentarios como el algodón. En el caso del algodón, las consideraciones clave son un alto potencial de rendimiento, un elevado porcentaje de emergencia, un alto rendimiento en el desmotado y una buena calidad de la fibra. Por último, es necesario desarrollar e introducir prácticas integradas de gestión de cultivos, suelos y plagas en el sistema de cultivo para minimizar el efecto del cambio climático y mejorar así el rendimiento y la productividad agrícola de interés.

REFERENCIAS

- Amikuzuno, J. and Donkoh, S.A. (2012) Climate variability and yields of major staple food crops in Northern Ghana. *African Crop Science Journal* 20: 349–360.
- Amoako, E.E. and Gambiza, J. (2019). Effects of anthropogenic fires on some soil properties and the implications of fire frequency for the Guinea savanna ecological zone, Ghana. *Scientific African* 6: 1–11.
- Antwi-Agyei, P., Fraser, E.D.G., Dougill, A.J., Stringer, L.C. and Simelton, E. (2012) Mapping the vulnerability of crop production to drought in Ghana using rainfall, yield and socioeconomic data. *Applied Geography* 32 (2): 324–334.
- Baffour-Ata, F., Antwi-Agyei, P., Nkiaka, E., Dougill, A.J., Anning, A.K. and Kwakye, S.O. (2021) Effect of climate variability on yields of selected staple food crops in northern Ghana. *Journal of Agriculture and Food Research* 6: 1–11.
- DeBano, L.F., Savage, S.M. and Hamilton, D.A. (1976) The transfer of heat and hydrophobic substances during burning. *Soil Science Society of America Journal* 40: 779–782.
- IPCC (2014) Intergovernmental Panel on Climate Change, Synthesis report summary chapter for policymakers. <https://doi.org/10.1017/CB09781107415324>.
- Kim, S.K., Adetimirin, V.O., Thé, C. and Dossou, R. (2002) Yield losses in maize due to *Striga hermonthica* in West and Central Africa. *International Journal of Pest Management* 48: 211–217.
- Kroschel, J. (1999). Analysis of the *Striga* problem: the first step towards future joint action. In: Kroschel, J., Mercer-Quarshie, H. and Sauerborn, J. (eds) *Advances in Parasitic Weed Control at On-Farm Level; Joint Action to Control Striga in Africa*. Weikersheim, Germany: Margraf Verlag, pp. 3–26.
- Lamini, S., Cornelius, E.W., Kusi, F., Danquah, A., Attamah, P., Mukhtar, Z., Awuku, J.F. and Mensah, G. (2020) Prevalence, incidence and severity of a new root rot disease of cowpea caused by *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid in Northern Ghana. *West African Journal of Applied Ecology* 28 (2): 140–154.
- MoFA (2019) Catalogue of Crop Varieties Released and Registered in Ghana. Directorate of Crop Services, Ministry of Food and Agriculture, Accra, Ghana. www.mofa.gov.gh. pp. 81,
- Muranaka, S., Fatokun, C. and Ousmane, B. (2011) Stability of *Striga gesnerioides* resistance mechanisms in cowpea under high infestation level, low soil fertility and drought stress. *Journal of Food and Agricultural Environment* 9 (2): 313–318.
- Niang, I., Ruppel, O.C., Abdrabo, M.A., Essel, A., Lennard, C., Padgham, J. and Urquhart, P. (2014) Africa. Climate change 2014: impacts, adaptation and vulnerability – contributions of the working group II to the 5th assessment report of the intergovernmental panel on climate change, pp. 1199–1265. <https://doi.org/10.1017/CB09781107415386.002>.


Vortrag auf dem Seminar



CSIR-SARI


CSIR-SAVANNA AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

Research into market-driven and climate smart crop varieties: tolerance to biotic and abiotic stresses



F. Kusi, J. Adjebeng-Danquah, G. B. Adu, R. Oteng-Frimpong, S.O. Abebrese

1



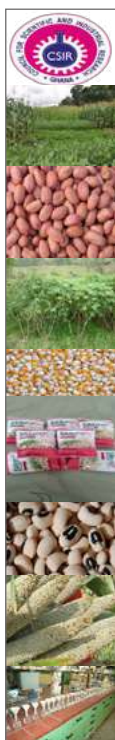
CSIR-SARI

Outline Of Presentation

- Profile of CSIR-SARI
- Vulnerability of agriculture in the mandate area of CSIR-SARI
- Research approach
- CSIR-SARI's crop improvement strategies
- Current climate smart product profiles
- Research to address industrial needs
- Improved crop varieties developed by CSIR-SARI
- Future research issues

2

2



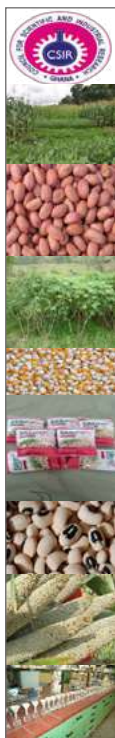
CSIR-SARI

PROFILE Of CSIR-SARI

- One of the 13 research institutes under the CSIR
- Based in Nyankpala with mandate over the five regions of northern Ghana
- The mandate area covers the Guinea and Sudan savannah ecologies of Ghana
- Characterised by a monomodal rainfall pattern which is erratic
- Intermittent drought is also common during the rainy season

3

3



CSIR-SARI

Technical Mandate

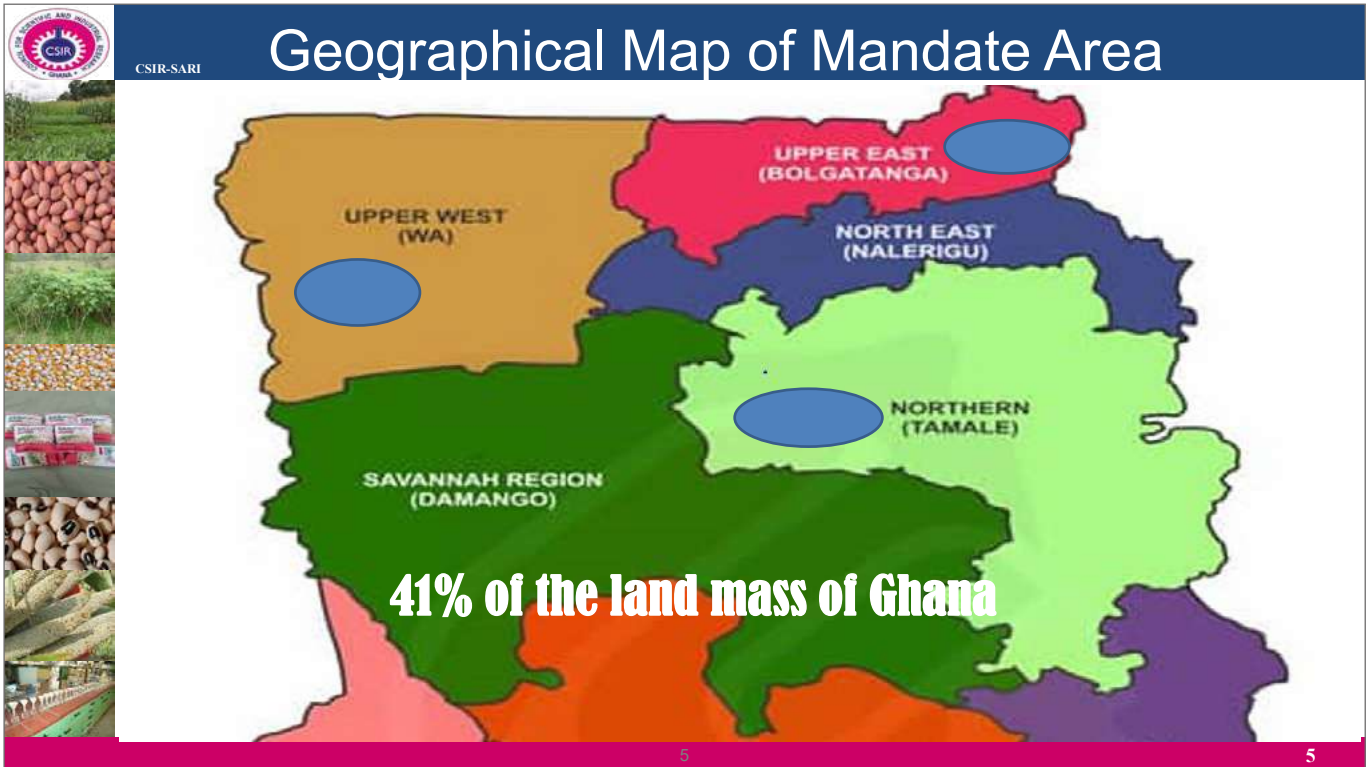
CSIR-SARI conducts research in into food and fibre crop farming in Northern Ghana for the purpose introducing improved technologies that will enhance overall agricultural productivity

Crops covered include:

Sorghum, Millet, Rice, Maize; Cowpea, Peanuts, Soybean, Bambara, Pigeon pea; Yam, Cassava, Sweet & Frafra potatoes; Cotton; Vegetables

4

4



RESEARCH APPROACH

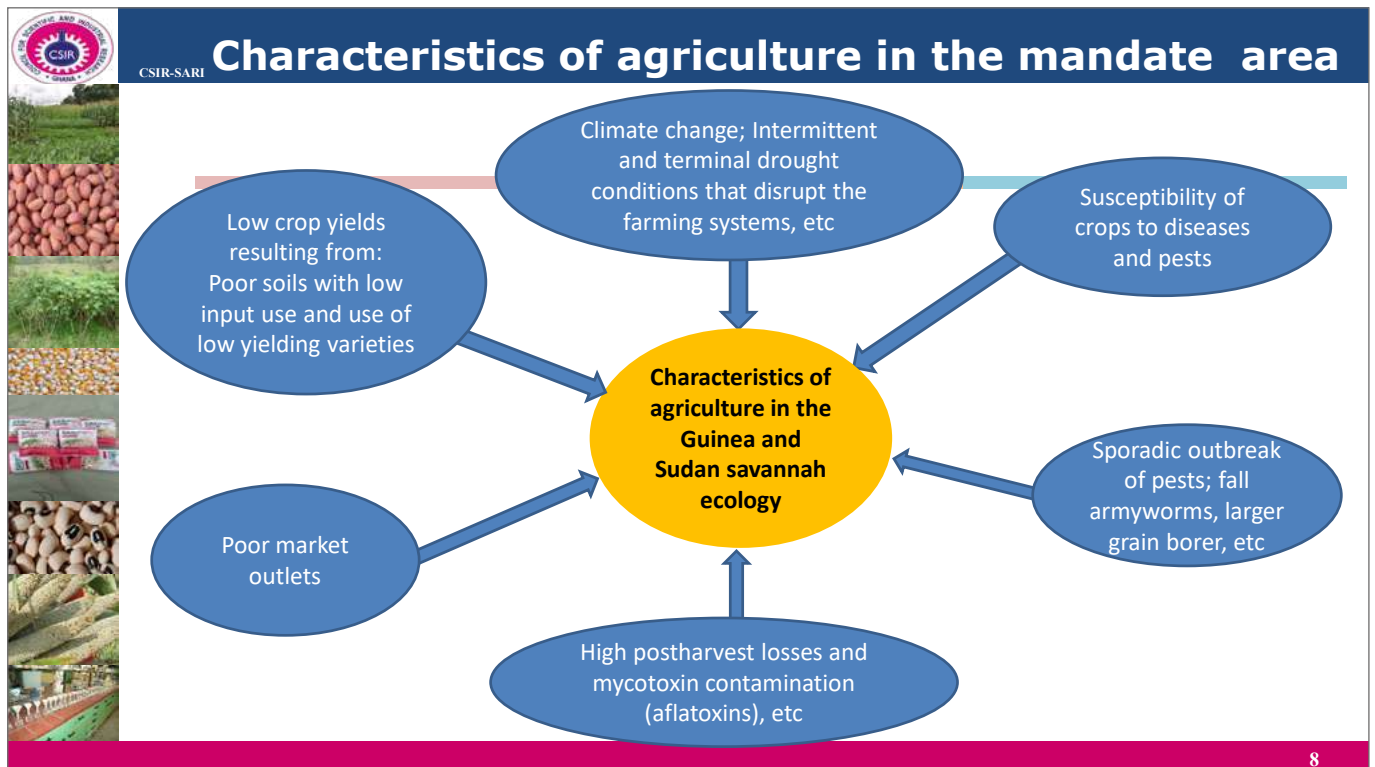
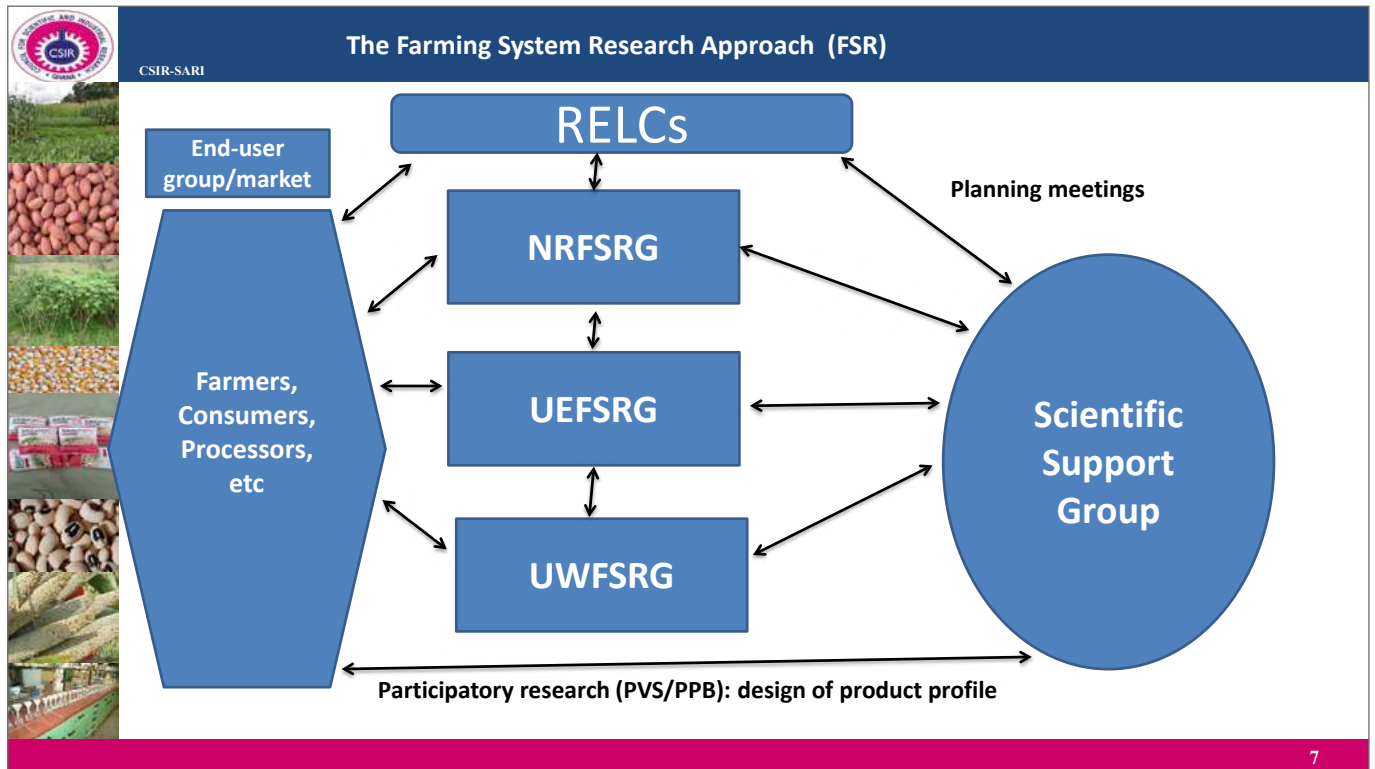
THE FARMING SYSTEMS RESEARCH (FSR)


- **NR-FSRG** Northern Region Farming Systems Research Group, located at Nyankpala, the head office of SARI.
- **UER-FSRG** - Upper East Region Farming Systems Research Group, located at Manga near Bawku
- **UWR-FSRG** - Upper West Region Farming Systems Research Group, located at Wa.
- **SSG**- Scientific Support Group based at Nyankpala, works mostly on-station.

Each of these Teams houses a Research Extension Liaison Committee (RELC) Coordinator

CSIR-SARI


6






CSIR-SARI's crop improvement strategies

- The goal is to **develop end-user preferred crop varieties** that fit into the agro-ecologies of the mandate area,
- Crop varieties that can withstand the specific stresses of **low soil fertility, drought, pests** and **diseases** that characterize the farming environments of our mandate area
- **Produce breeder & foundation Seeds for mandate crops to enhance access**
- **Our varieties have high market demand;** cowpea, maize, rice, soybean and sorghum varieties are used in the National flagship programme




9



Current climate smart product profiles

Development of crop varieties resistant to **biotic stresses:**

- Fall Armyworm resistant maize varieties
- Aphid resistant cowpea varieties
- Cowpea varieties with resistance to macrophomina resistance
- Groundnut varieties that are resistant to early and late leafspot diseases
- Cassava varieties with tolerance to cassava green spider mite and mealybug damage
- Cowpea and maize varieties that are resistant to *Striga gesnerioides* and *S. hermonthica* respectively



10

10



CSIR-SARI

Current climate smart product profiles

cont'd

Development of crop varieties with tolerance to **abiotic stresses**

- Neglected underutilized species that are climate resilient; fonio and frafra potatoes
- Heat tolerant tomato varieties
- Drought tolerant maize and cowpea varieties
- Nitrogen use-efficient maize varieties
- Early bulking and drought tolerant cassava varieties
- Early bulking sweetpotato varieties
- Sweetpotato varieties with stay-green attributes for dual purpose utilisation

11



CSIR-SARI

Research to address industry needs

Development of industry-preferred crop varieties

- Sorghum varieties for premium brewing qualities for industrial use
- Dual purpose guinea and caudatum sorghum races for grain and biofuel utilisation
- Sweet sorghum varieties for ethanol production

12



CSIR-SARI

Improved crop varieties developed by CSIR-SARI

Commercial maize varieties

- Sanzal-sima, Wang-dataa,
 - Bihilifa, Kpari-faako,
 - Suhudoo, Kunjor-wari,
 - Wang-Basig, Denbea,
 - Salin-kawana
- Key points to consider: Earliness, drought tolerance, Striga tolerance, high and stable grain yield,



13



CSIR-SARI

Improved crop varieties developed by CSIR-SARI

Rice

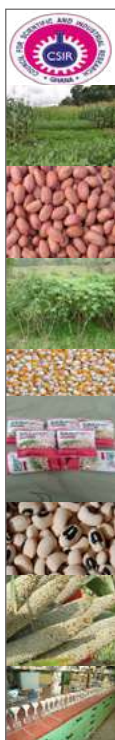
- Gbewaa rice
- Gbewaa red
- Savanna rice
- Malimali
- Digan



- Key points to consider: early maturity, Market demand, yield



14



Improved crop varieties developed by CSIR-SARI

Soybean

- Jenguma,
- Afayak,
- Favour
- Quarshie
- Suong Pungun

Key points to consider: Earliness, non shattering, yield ,




Improved crop varieties developed by CSIR-SARI

Sorghum

- Kapaala,
- Dorado


Key points to consider : Earliness, Resistance/tolerance to head bugs, striga and dry spells, brewing quality





Improved crop varieties developed by CSIR-SARI



CSIR-SARI




Millet

- Akad-kom,
- Kaanati,
- Naad-Kohblug,
- Afribeh-Naara and
- Waapp-Naara

Key points to consider : Earliness, high yield, Resistance/tolerance to striga, dry spells etc





17



Improved crop varieties developed by CSIR-SARI



CSIR-SARI




Cowpea

- Kirkhouse Benga 1 and
- Wang Kae are Aphid and Striga resistant cowpea varieties
- Padi Tuya,


Key points to consider : Earliness, high yielding, striga resistance, resistance/ tolerance to key insect pests (Maruca pod borer, thrips, etc) and diseases

18





Improved crop varieties developed by CSIR-SARI




Groundnut

- SARINUT 1
- SARINUT 2
- Nkatie-sari,


- Key points to consider : Earliness, high yielding, resistance/ tolerance to key insect pests and diseases
- Selection for fresh seed dormancy

19






Improved crop varieties developed by CSIR-SARI



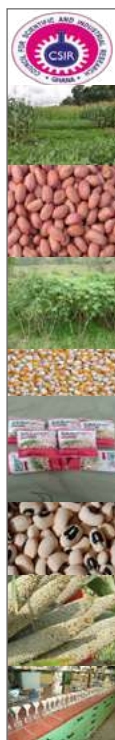
Sweetpotato

- CSIR SARI-Nan,
- CSIR-SARI-JanLow
- CSIR-SARI Diedi
- CSIR-SARI-Nyoribegu

Key points to consider : Earliness, high yield, betacarotene, anthocyanins, Resistance/tolerance to sweetpotato weevil, stay-green/drought tolerance, high dry matter content for industrial processing, etc

20

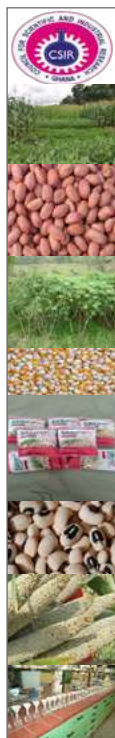


CSIR-SARI

Future research issues

- ✓ Development of crop varieties with extended shelf-life ; tomatoes, garden eggs, yam, etc
- ✓ Utilisation of speed breeding technique to maximize genetic gain
- ✓ The use of high throughput phenotyping and genotypic techniques
- ✓ Use of modern biotech tools; CRISPR, gene editing, GM, etc
- ✓ Marker assisted breeding to improve existing farmer preferred crop varieties through addition of novel genes
- ✓ Development and introduction of integrated crop, soil and pest management practices to minimize the effect of climate change yield and productivity of crops of interest

21



CSIR-SARI



1/5/2023

22

MEJORAMIENTO GENÉTICO POR MUTAGÉNESIS DE CULTIVOS OLEAGINOSOS PARA HACER FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO: EL CASO DE LA COLZA Y EL SÉSAMO

Sr. Abdelghani NABLOUSSI, Sr. Souhail CHANNAOUI, y Sr. Mohamed KOUIGHAT

Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas (INRA) (Marruecos)

INTRODUCCIÓN

Marruecos tiene un gran déficit en aceites vegetales y proteínas procedentes de oleaginosas. Actualmente, el girasol y la colza son los dos cultivos oleaginosos que se cultivan en superficies limitadas, con una superficie media inferior a 40 000 ha. Durante los últimos cinco años, esta superficie media fue de unas 25 000 ha, y la producción media nacional de aceite a partir de semillas locales fue inferior a 10 000 toneladas y cubrió apenas el 2 % de la necesidad general del país de aceites comestibles, estimada en más de 500 000 toneladas. Recordemos que esta tasa de cobertura se situaba en torno al 14 % en 1990 y al 6 % durante el período de 1993 a 1997. Esta disminución puede explicarse por varios factores, entre los que figuran esencialmente las sequías recurrentes que han repercutido negativamente en la producción de oleaginosas por medio de la caída de los rendimientos y la reducción de las superficies reservadas a estos cultivos. Las importaciones masivas en forma de oleaginosas o aceite crudo para cubrir el déficit de aceites comestibles resultan muy caras para el Estado, con un gasto en divisas que supera los 4 000 millones de dirhams (400 millones de dólares EE. UU.) anuales.

Según un estudio del Banco Mundial, la producción de oleaginosas disminuirá aún más como consecuencia del efecto del cambio climático en la producción agrícola de Marruecos, con una tendencia al aumento de la sequía, el calor y las inundaciones (Gommes *et al.* 2009). Este estudio demostró que los cultivos de oleaginosas sufrirán la reducción más severa de los rendimientos en el futuro, hasta un -10 % en 2030 y un -30 % en 2050.

Esta situación es perjudicial para los agricultores, la sostenibilidad de la agricultura, la seguridad alimentaria y la economía nacional. De hecho, el abandono o la reducción de la extensión de los cultivos de oleaginosas como consecuencia del efecto del cambio climático afectará negativamente al sistema de cultivo global, ya que estos cultivos desempeñan un papel importante en la rotación con los cereales, los cultivos nacionales más estratégicos.

Además, y como importador, Marruecos empieza a verse enormemente afectado por el aumento de los precios de todo el complejo oleaginoso (semillas, aceites y tortas), lo que genera un costo adicional de más de 3 000 millones de dirhams a la factura de importación.

Frente a esta fuerte dependencia del exterior, que presenta inconvenientes tanto económicos como políticos, la promoción y el desarrollo de los cultivos oleaginosos tiene que ser una de las prioridades de la política agrícola marroquí. Esto garantizará, sin duda, una reducción del nivel de dependencia de las importaciones y un mejoramiento de la balanza comercial, además de mejorar el ingreso de los agricultores y aliviar a los hogares marroquíes al mantener los precios para los consumidores a un nivel asequible.

Desde el punto de vista de la investigación agrícola, para desafiar y hacer frente al creciente estrés abiótico debido al cambio climático, se adoptó una estrategia basada en el desarrollo y el cultivo de variedades tolerantes de los cultivos existentes, además de la diversificación y la introducción de cultivos resistentes nuevos y alternativos.

El objetivo de este breve artículo es ofrecer una visión general de los principales y recientes logros en el mejoramiento de cultivos oleaginosos para hacer frente al estrés abiótico más importante que se observa cada vez más en Marruecos, y se centra en el mejoramiento por mutagénesis de la colza y el sésamo.

CULTIVOS OLEAGINOSOS Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MARRUECOS

Cultivos de oleaginosas

Durante el período de 1980 a 1995, el sector de los cultivos anuales de oleaginosas en Marruecos se caracterizó por una fase de desarrollo sin precedentes gracias al logro de un gran rendimiento técnico. En efecto, la superficie reservada al cultivo del girasol aumentó drásticamente hasta alcanzar un récord de 200 000 ha en 1992, mientras que la producción superó las 160 000 t. La superficie dedicada al cultivo de la colza era de unas 3 100 ha en 1990 y los rendimientos obtenidos, con una media de 1,3 t/ha, eran superiores a los del girasol y llegaron en algunos casos a 3 t/ha en zonas subhúmedas. El cultivo de cártamo a finales de la década de 1980 superó las 4 000 ha y los rendimientos medios se situaron en torno a las 2 t/ha, obtenidas por algunos productores con precipitaciones inferiores a 300 mm. En cuanto a la soja plantada en condiciones de regadío, los logros alcanzaron las 10 000 ha en 1991, con rendimientos máximos de unas 3 t/ha.

Desde finales de la década de 1990, el sector ha experimentado problemas que limitaron su desarrollo y, en consecuencia, pusieron fin a la fase de auge que se había producido anteriormente. Entre las principales limitaciones cabe citar la recurrencia de la sequía, especialmente en primavera, que afecta al rendimiento técnico de la cosecha de girasol (cosecha de primavera), y la desregulación del sector que tuvo lugar en 1996, que repercutió en la comercialización de la producción de oleaginosas, con una caída del precio de producción de 4 400 dírham (440 dólares EE. UU.)/t a 3 000 dírham (300 dólares EE. UU.)/t. Todos estos factores han provocado una reducción de la superficie sembrada de oleaginosas. Al mismo tiempo, en el marco de la reforma del sector de las oleaginosas aplicada en 2000, la colza y el cártamo no se beneficiaron de las ayudas estatales asignadas al girasol. Esto significa que ya no había subvención a los precios de producción, ni garantía de salida para estos dos cultivos, lo que ha llevado a los agricultores a abandonarlos.

El año 2013 fue clave para el sector de las oleaginosas en Marruecos. En efecto, en el marco de la estrategia Plan Marruecos Verde (PMV), el Gobierno marroquí y los profesionales del sector oleaginoso (Federación Interprofesional de Cultivos Oleaginosos, FOLEA) acordaron emprender un vasto programa de desarrollo de este sector para el 2020, basado en la colza y el girasol como cultivos principales. La ampliación y diversificación de la superficie anual de cultivos oleaginosos hasta alcanzar las 127 000 ha, incluidas 85 000 ha de girasol y 42 000 ha de colza, era en realidad el principal objetivo de este programa. Sin embargo, esto nunca se ha conseguido, ya que la superficie de girasol ha seguido disminuyendo y la de colza se ha mantenido muy por debajo de las expectativas, a pesar de su tendencia al alza.

El sésamo es un antiguo cultivo oleaginoso que se ha cultivado en Marruecos como planta aromática y medicinal más que como oleaginosa. Su superficie y producción disminuyeron notablemente entre 2000 y 2020. En consecuencia, las cantidades y los valores de las importaciones han aumentado significativa y gradualmente durante el mismo período. El descenso observado tanto en la superficie como en la producción puede deberse a varias limitaciones, como la sequía recurrente, el suministro restringido de agua de riego, las malas prácticas culturales, las variedades cultivadas de bajo rendimiento y las plagas y enfermedades.

Cambio climático

Hoy en día, la seguridad alimentaria se ve afectada por el aumento del estrés abiótico, como consecuencia del cambio climático global. Se calcula que problemas abióticos, como la sequía, la salinidad del suelo, el calor y el estrés por nutrientes reducen la productividad agrícola entre un 50 % y un 80 % (Shinozaki *et al.* 2015). La sequía es el estrés más grave que limita el crecimiento y la producción de los cultivos. Sin embargo, la sequía suele coincidir con la salinidad y el calor, factores que, según las previsiones, aumentarán en todo el mundo en los próximos años (Corwin 2020), lo que amenazarán aún más la producción mundial de alimentos.

En Marruecos, el sector agrícola domina la actividad económica del país y es un motor eficaz de crecimiento económico y garantía de seguridad alimentaria. Sin embargo, se ve cada vez más amenazado por la sequía, un elemento estructural del clima del país. En las últimas décadas, se ha observado un aumento de la frecuencia de las sequías a lo largo de todo el ciclo de los cultivos, desde la germinación hasta el llenado de las semillas. Con el cambio climático, se observa una tendencia a la baja de las precipitaciones globales y una tendencia al alza

de la temperatura media. Del mismo modo, han aumentado las inundaciones en algunas zonas de Marruecos, lo que provoca anegamiento, que afecta negativamente al crecimiento y el rendimiento de los cultivos. De hecho, en condiciones de inundación sostenida, el anegamiento provoca una disminución de la disponibilidad de oxígeno para las plantas o una deficiencia de oxígeno (hipoxia o anoxia), lo que conduce directamente a daños en el sistema radicular e indirectamente al marchitamiento de las hojas y a la clorosis.

ESTRATEGIA DE FITOMEJORAMIENTO PARA HACER FRENTE A LAS CAMBIANTES CONDICIONES CLIMÁTICAS

Mejoramiento del germoplasma

El mejoramiento y el refuerzo del germoplasma existente es en realidad el elemento más importante y crucial para construir una estrategia pertinente y eficaz para hacer frente a los efectos y repercusiones del cambio climático. Para ampliar nuestro germoplasma de oleaginosas, se adoptan tres vías: introducciones, hibridaciones y mutagénesis.

Introducciones: Diversos bancos de genes de todo el mundo han introducido varias accesiones de cultivos oleaginosos y sus parientes silvestres. Asimismo, se pueden obtener diversos germoplasmas mediante el intercambio con diferentes centros o institutos de investigación nacionales e internacionales que trabajan en la preselección o fitomejoramiento de cultivos oleaginosos.

Hibridaciones intra e interespecíficas: Se realizan numerosos cruces y entrecruzamientos entre genotipos de la misma especie y de especies próximas (mismo género) para obtener nuevas recombinaciones genéticas y, de este modo, ampliar la variabilidad genética existente.

Mutagénesis: La mutagénesis química, mediante metanosulfonato de etilo (EMS), se utiliza cada vez más en nuestro programa de fitomejoramiento, ya que es una herramienta biotecnológica eficaz para inducir una variabilidad genética nueva y amplia.

Caracterización y evaluación en condiciones de estrés

Todos los germoplasmas existentes y nuevos se caracterizan y evalúan en condiciones de estrés abiótico, principalmente sequía, para identificar y seleccionar los más tolerantes. Las actividades de evaluación se diseñan e implementan tanto en condiciones de campo como en condiciones controladas de invernadero.

Dado que la sequía puede producirse en cualquier fase del ciclo del cultivo, el estrés hídrico experimentado se aplica en diferentes etapas de crecimiento, principalmente la germinación/el crecimiento temprano de las plántulas y la floración/el llenado de las semillas, que son las más sensibles a este estrés.

Fenotipado multirasgos: la caracterización y evaluación de los genotipos investigados se llevó a cabo para los rasgos morfológicos, fisiológicos, bioquímicos y agronómicos.

Índices de selección: mediante la comprensión de los mecanismos implicados en la adaptación y la tolerancia a dicho estrés, podemos desarrollar algunos índices de selección en función de los rasgos simples y medibles/observables de manera sencilla que están fuertemente correlacionados con el rendimiento de las semillas en condiciones de sequía. La floración temprana es un criterio relevante entre estos índices que se utilizan para la selección temprana en el campo.

Selección de líneas productivas y adaptadas

La selección temprana en campo de los individuos deseados se realiza en función de los índices mencionados anteriormente. Todas las plantas seleccionadas se embolsan para garantizar la autofecundación y se controlan durante 3 o 4 generaciones para confirmar su rendimiento y tolerancia al estrés por sequía. A continuación, todas las líneas fijas y estables se evaluarán, junto con una variedad de control, para determinar el rendimiento de las semillas y el contenido de aceite en diferentes condiciones ambientales (3 lugares durante 3 años). Las líneas que hayan mostrado un mayor rendimiento de semillas y aceite pueden proponerse como líneas candidatas para su registro como nuevas variedades en el catálogo oficial de especies y variedades vegetales.

CULTIVOS OLEAGINOSOS Y FITOMEJORAMIENTO POR MUTAGÉNESIS COLZA Y SÉSAMO

La colza (*Brassica napus L.*) es una de las fuentes más importantes de aceites vegetales y harinas ricas en proteínas en todo el mundo. Es la segunda fuente más importante de aceite vegetal después de la soja. Su producción se destina a aceite comestible, piensos y usos industriales, incluido el biodiésel. Su aceite tiene un excelente valor nutritivo debido a la abundancia de ácidos grasos insaturados. Su harina (restos después de la extracción del aceite),

utilizada para la industria de piensos, tiene un contenido ideal en aminoácidos y un alto contenido en fibra, varios minerales y vitaminas. Aunque la colza está bien adaptada a las condiciones ambientales locales de Marruecos, su crecimiento y producción se ven cada vez más afectados por la creciente sequía que puede producirse en cualquier momento de la temporada de cultivo. Sin embargo, son más probables dos períodos principales de sequía: el temprano, que coincide con la germinación de las semillas y la emergencia de las plántulas, y la sequía terminal, que es más frecuente y se produce durante las etapas de floración y madurez.

En la colza, el fitomejoramiento por mutación se ha adoptado y utilizado para inducir variabilidad genética novedosa y seleccionar rasgos económicos interesantes y deseables, como precocidad, resistencia o tolerancia al estrés abiótico y biótico, atributos de rendimiento de las semillas y parámetros de calidad del aceite (Channaoui *et al.*, 2019a; 2020).

Germinación y crecimiento de plántulas bajo estrés hídrico

En condiciones de estrés hídrico, la germinación de las semillas y la emergencia temprana de las plántulas son etapas críticas y las más sensibles del ciclo vital de las plantas en general, y de la colza en particular. Tanto la sequía como el anegamiento tienen efectos graves y negativos sobre el crecimiento y el rendimiento de los cultivos. El anegamiento suele producirse a principios del invierno y coincide con la germinación o los primeros estadios de las plántulas. Las semillas expuestas a condiciones ambientales desfavorables, como el estrés por sequía o anegamiento, pueden ver comprometido su establecimiento y también la producción del cultivo. Por lo tanto, mantener un porcentaje de germinación de semillas bastante alto y un crecimiento adecuado de las plántulas en condiciones de sequía y anegamiento ha sido uno de los objetivos más importantes de nuestro programa de fitomejoramiento.

Un estudio reciente sobre el efecto de la sequía en los mutantes desarrollados indicó que este estrés afectó a todos los parámetros de germinación y plántulas tempranas: el porcentaje de germinación, la tasa de germinación, el tiempo medio de germinación, la longitud de los brotes, la longitud de las raíces y la tasa de elongación de las raíces, en todos los genotipos estudiados (Channaoui *et al.* 2019b). Los niveles de sequía se simularon mediante diferentes potenciales osmóticos resultantes de diversas concentraciones de solución de polietilenglicol (PEG). Los resultados mostraron que el nivel de estrés por sequía, el genotipo y la interacción del estrés con el genotipo tuvieron un efecto significativo sobre los parámetros estudiados. Los genotipos estudiados reaccionaron de forma diferente a los distintos niveles de estrés hídrico (Figura 1). El genotipo “H2M-5” mostró la mayor longitud media de la raíz (LR) y tasa de elongación de la raíz (TER) bajo todos los niveles de sequía. En particular, para condiciones de sequía severa (-11 bares), “H2M-5” tuvo un promedio de LR de 1,54 cm y una TER de 0,36 cm/d. La variación observada entre los mutantes analizados es un indicador fiable del diferencial genotípico para la tolerancia a la sequía de la colza. Esto sugiere que la elección de la variedad de colza a plantar en un entorno determinado debería depender de la presencia y el grado de estrés observado en dicho entorno.

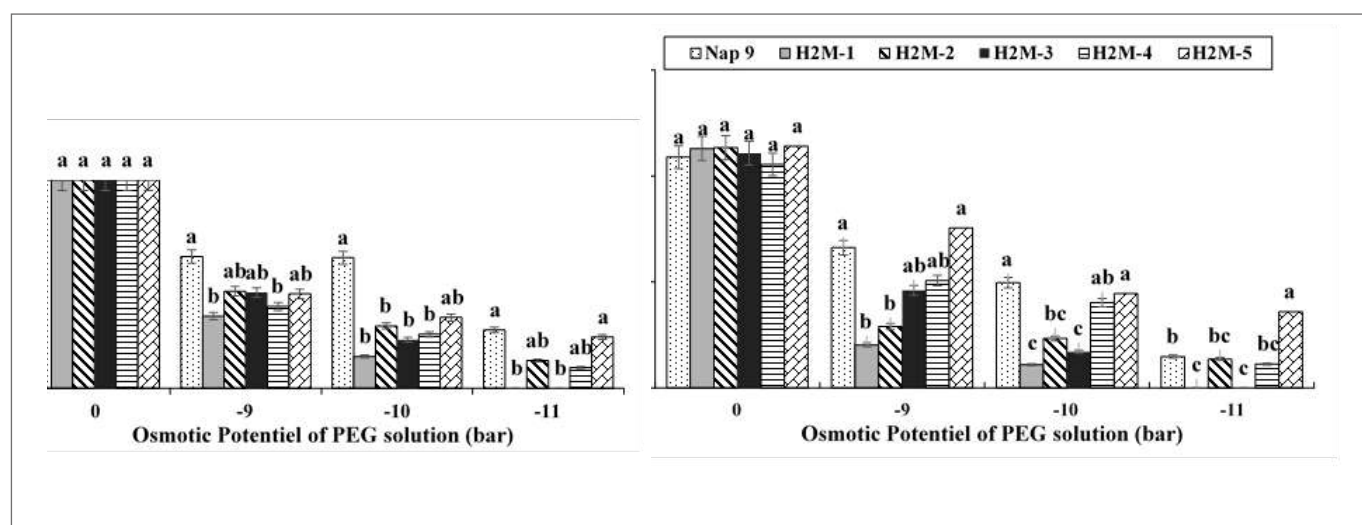


Figura 1. Reacción de genotipos de colza (mutantes) a diversos niveles de sequía durante la germinación y el crecimiento temprano de las plántulas.

Otro estudio sobre el estrés por anegamiento tenía como objetivo evaluar el comportamiento y el rendimiento de cuatro variedades marroquíes sometidas a este estrés en cuatro estadios de crecimiento de la planta, frente al control (ausencia de anegamiento). Los resultados obtenidos mostraron que el estrés por anegamiento afectó significativamente a la mayoría de los parámetros estudiados para todas las variedades, y que los estadios de germinación y de plántula posteriores a la emergencia fueron los más sensibles a las condiciones de estrés por anegamiento (Figura 2). En particular, el rendimiento de las semillas se redujo drásticamente en todas las variedades, y la tasa de reducción osciló entre el 19 % de “INRA-CZH3” y el 73 % de “Narjisse” cuando el anegamiento se produjo en las etapas de roseta y plántula joven, respectivamente. En general, la variedad “INRA-CZH3” presentó el mejor rendimiento agronómico y fue la más tolerante al anegamiento que se produjo en las diferentes etapas de crecimiento de la planta. Esta tolerancia se atribuyó a su desarrollado sistema radicular, su elevado vigor de plántula y su gran diámetro de cuello. Estos dos últimos rasgos presentaron una alta correlación con los componentes del rendimiento de las semillas y, por lo tanto, recomendamos su uso como criterios de selección para mejorar la tolerancia de la colza al anegamiento (Nabloussi *et al.* 2019).

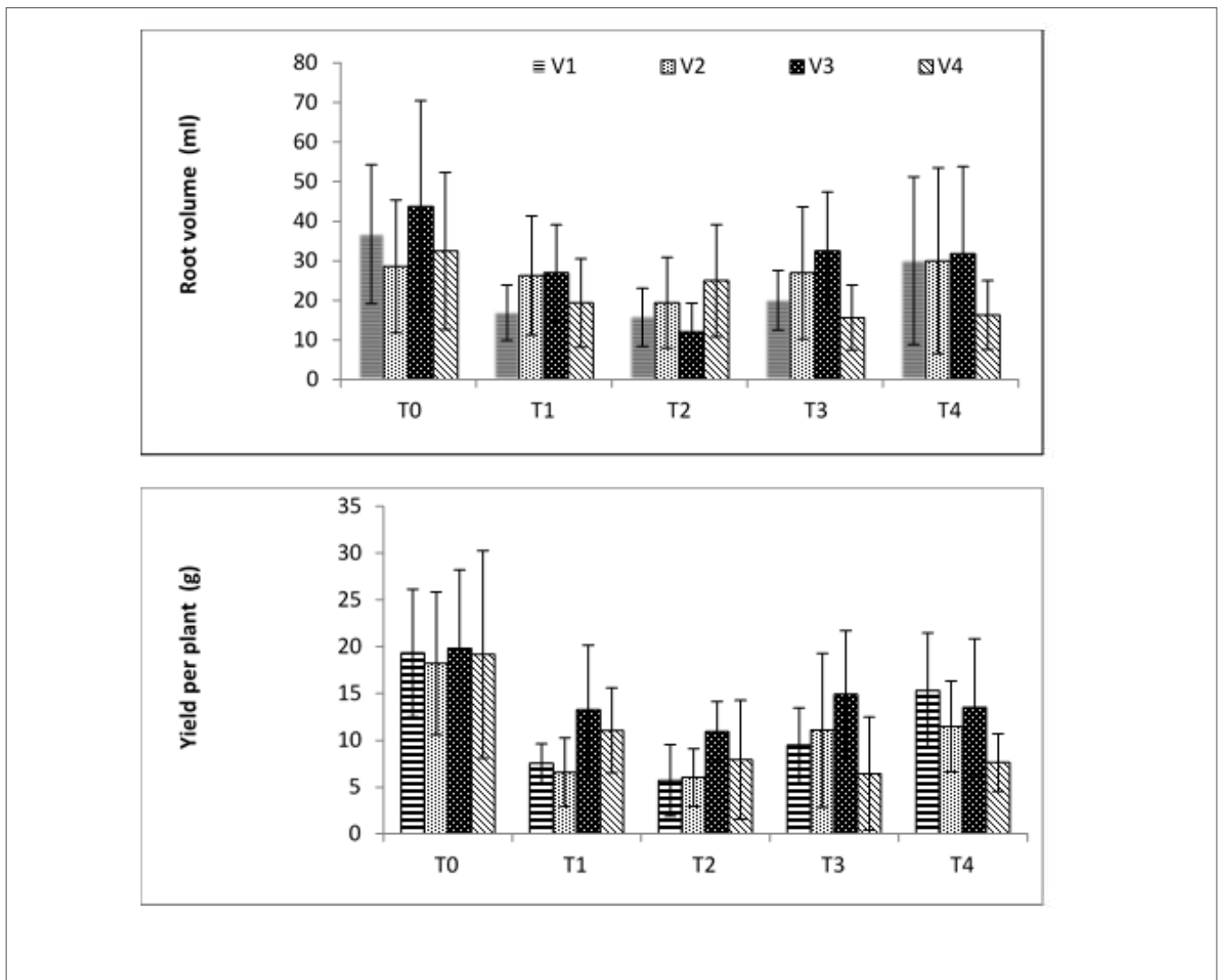


Figura 2. Rendimiento medio de los tratamientos para cada variedad en cuanto al volumen de las raíces y el rendimiento de las semillas por planta. (V1 = Narjisse, V2 = INRA-CZH2, V3 = INRA-CZH3, V4 = Lila), (T0 = ausencia de anegamiento, T1 = anegamiento durante la germinación, T2 = anegamiento durante la etapa de plántula posterior a la emergencia, T3 = anegamiento durante la etapa de roseta, T4 = anegamiento durante la etapa de brote floral)

Estrés por sequía durante la etapa de floración

Es bien sabido que la etapa de floración es muy sensible a la sequía y al calor en muchos cultivos, incluida la colza. Por lo tanto, la obtención de variedades de floración temprana, con un ciclo de corta duración, sería una buena estrategia para escapar del estrés por sequía y calor que se produce durante la floración.

Algunas líneas mutantes desarrolladas por mutagénesis EMS mostraron progreso genético, en comparación con el material original (la variedad "INRA-CZH2"), en términos de vigor inicial de la plántula, precocidad de la floración, ramificación y número de vainas por planta. La Tabla 1 muestra el rendimiento de estas líneas, en comparación con el control (material silvestre). Se puede observar que hubo una ganancia genética para algunos rasgos de interés agronómico. Las líneas mutantes más interesantes son "H2M2" y "H2M5", que tienen una duración más corta desde la emergencia hasta la floración y producen un número mucho mayor de vainas por planta, en comparación con el material silvestre (Channaoui *et al.* 2019a). Estas líneas abren la posibilidad de liberar variedades más tempranas y productivas que las existentes, como futuras variedades cultivadas adecuadas para el contexto de cambio climático, caracterizado principalmente por el aumento del estrés por sequía y calor.

| Mutantes M2 | Días hasta la floración | Ramificación | Número de vainas por planta | Número de semillas por vaina | Peso de mil semillas (g) |
|-------------------------------|-------------------------|--------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------|
| H2M1 | 87.15ef | 8.05abc | 309.9b | 25.31ab | 2.28b |
| H2M2 | 85.00f | 9.65a | 858.5a | 25.64a | 2.40b |
| H2M3 | 1024.00a | 7.22bc | 364.8b | 20.28de | 1.30c |
| H2M4 | 96.95d | 6.30c | 276.9b | 22.27cd | 1.85b |
| H2M5 | 89.85e | 8.10abc | 830.6a | 27.05a | 2.27b |
| H2M6 | 100.45c | 8.55ab | 279.7b | 19.55e | 1.88b |
| H2M7 | 97.35cd | 8.85ab | 454.0b | 23.11bc | 2.27b |
| H2M8 | 93.36b | 10.10a | 381.0b | 18.72e | 3.00a |
| H2M9 | 98.90cd | 8.90ab | 202.7b | 21.07cde | 2.30b |
| INRA-CZH2 (tipo silvestre) | 95,80d | 8,15abc | 409,7b | 26,56a | 2,12b |

Table 1. Rendimiento medio de algunas líneas mutantes para rasgos agronómicos de interés

Más recientemente, hemos llevado a cabo otro estudio en condiciones controladas de invernadero, durante dos años, para evaluar la reacción de cuatro genotipos a niveles de agua contrastados, durante la etapa de floración, y comprender los mecanismos implicados en su tolerancia a la sequía. Los resultados mostraron efectos significativos del genotipo, el régimen hídrico y su interacción en todos los parámetros medidos. La variedad "Nap9" fue la más productiva en cuanto al rendimiento de las semillas y el contenido de aceite en todas las condiciones de régimen hídrico (datos aún no publicados). Se caracteriza por la mayor longitud de raíz y contenido relativo de agua en hoja. Por lo tanto, este genotipo puede ser utilizado como germoplasma relevante en el programa de fitomejoramiento de la colza para la tolerancia a la sequía. Además, la alta ramificación combinada con el alto contenido relativo de agua en hoja podría considerarse como un índice de selección pertinente para este programa de fitomejoramiento.

SÉSAMO

El sésamo (*Sesamum indicum L.*) es un cultivo oleaginoso muy antiguo e importante desde el punto de vista agronómico, terapéutico e industrial. Las semillas son ricas en aceite (del 50 % al 60 %), con propiedades antioxidantes. Las semillas de sésamo se utilizan para elaborar golosinas, tortas, margarinas y panes. El sésamo también tiene muchos usos industriales, como la formulación de pinturas y la fabricación de jabones, cosméticos, perfumes, insecticidas y productos farmacéuticos. Tradicionalmente, este cultivo se ha dado sobre todo en algunos países asiáticos y africanos, entre ellos Marruecos. Sin embargo, el sésamo cultivado en este país se enfrenta a numerosas dificultades y desafíos que limitan su potencial de producción. Entre estos problemas, cabe citar la sequía recurrente, el suministro restringido de agua de riego, las malas prácticas culturales, las plagas, las enfermedades y las variedades cultivadas de bajo rendimiento. Además, el sésamo sigue presentando algunas características silvestres, como la dehiscencia de la cápsula, el crecimiento indeterminado de la planta y la maduración asincrónica

de la cápsula, que dan lugar a un bajo rendimiento de las semillas. Además, el sésamo se cultiva en Marruecos como cultivo de verano, entre junio y octubre. Así pues, este cultivo se riega en su totalidad para superar la sequía y la elevada demanda de evaporación que se producen durante todo el ciclo de vida de la planta. En promedio, se aplican siete riegos a lo largo del ciclo del cultivo (Kouighat *et al.* 2022a), lo que resulta excesivo en el contexto actual de cambio climático y disminución de los recursos hídricos. Para superar la mayoría de estos desafíos, el fitomejoramiento y la selección varietal siguen siendo los medios más pertinentes. Para ello, se debe disponer de un alto nivel de variabilidad genética. Sin embargo, estudios recientes han demostrado que existe una diversidad genética restringida entre las variedades cultivadas marroquíes de sésamo (El Harfi *et al.* 2018; 2021).

Por lo tanto, es necesario expandir y ampliar la diversidad existente en el germoplasma de sésamo marroquí. Se aplicó una mutagénesis química, utilizando metanosulfonato de etilo (EMS) para inducir nueva variabilidad genética. Se seleccionaron y caracterizaron plantas mutantes con una cápsula tetracarpelar, tres cápsulas por axila foliar, crecimiento determinado, diversos colores de semillas y un sistema radicular muy desarrollado (Kouighat *et al.* 2020). Son prometedoras y útiles para los programas de fitomejoramiento del sésamo que buscan desarrollar variedades cultivadas productivas y de alta calidad, particularmente para entornos estresantes.

Germinación y crecimiento de plántulas bajo estrés hídrico

A pesar de que el sésamo es más tolerante a la sequía que otros cultivos oleaginosos, este estrés hídrico a menudo coincide con calor o temperaturas altas, que afectan negativa y seriamente la producción de sésamo. Los efectos nocivos sobre el rendimiento y la calidad de las semillas se observan especialmente y de forma significativa cuando la sequía se produce en las etapas de germinación y floración. La germinación de la semilla es la primera etapa crítica y más sensible del ciclo de vida de la planta, ya que está directa y fuertemente asociada con el establecimiento de la plántula y el crecimiento temprano. Cualquier disminución de la humedad del suelo puede retrasar o incluso inhibir la germinación. La magnitud de la disminución de la germinación y del crecimiento temprano de las plántulas depende del nivel de sequía y del genotipo cultivado.

Sin embargo, el cultivo de sésamo se riega en su totalidad para superar la sequía y la elevada demanda de evaporación que se produce durante todo el ciclo de vida de la planta, lo que provoca la salinización del suelo y, por lo tanto, el deterioro de su calidad, además del creciente desperdicio de agua. Por lo tanto, es necesario cultivar variedades tolerantes a la sequía para reducir la frecuencia de riego desde la etapa de germinación hasta la madurez de la planta. Como resultado, se ahorraría una gran cantidad de agua de riego y el suelo estaría más sano. Sería una estrategia pertinente y acertada para promover y desarrollar este cultivo en Marruecos, así como en otras zonas africanas (Kouighat *et al.* 2022a).

Los mutantes de sésamo obtenidos que han mostrado su superioridad, en comparación con el tipo silvestre, se investigaron *in vitro* para determinar su reacción al estrés por sequía moderada (-0,6 MPa) y severa (-1,2 MPa de PEG-6 000) en la germinación y el crecimiento temprano de las plántulas durante dos generaciones (M2 y M3). Existe un efecto significativo del genotipo, la sequía y la interacción de la sequía y el genotipo en todos los

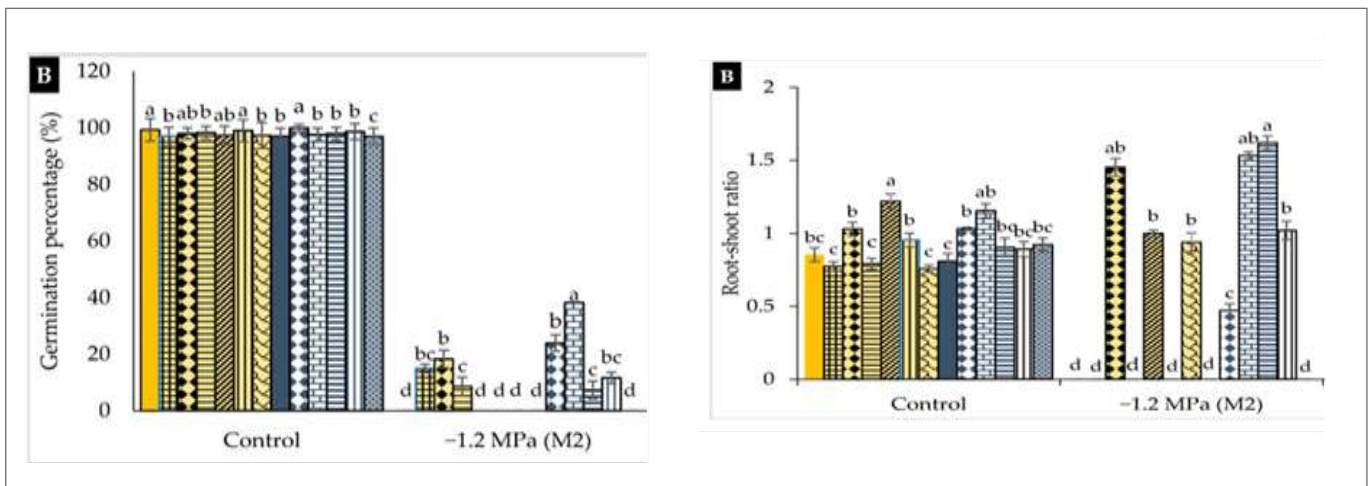


Figura 3. Reacción de genotipos de sésamo (mutantes) a la sequía severa durante la germinación y el crecimiento temprano de las plántulas.

parámetros investigados. Bajo sequía severa, las semillas de siete genotipos, incluidos los tipos silvestres, no fueron capaces de germinar, mientras que se produjo un drástico descenso de todos los parámetros para el resto (Figura 3). Curiosamente, dos mutantes, “ML2-5” y “ML2-10”, fueron identificados como los más tolerantes a la sequía severa y los más estables a lo largo de ambas generaciones (Kouighat *et al.* 2021). Se trata del primer germoplasma de sésamo registrado con un nivel tan alto de tolerancia a la sequía durante la germinación y las primeras etapas de crecimiento de las plántulas.

Floración y llenado de semillas bajo estrés hídrico

La productividad del cultivo de sésamo se ve muy mermada por los efectos adversos del cambio climático, principalmente el aumento de la frecuencia de la sequía y el estrés térmico, y la menor disponibilidad de recursos hídricos. Para una producción sostenible, se necesitan variedades cultivadas adaptadas y estables con un buen rendimiento tanto en condiciones de buen riego como de estrés. Estas variedades cultivadas podrían garantizar una producción de sésamo buena y estable en regiones con condiciones hídricas contrastadas.

La floración y el llenado de semillas son etapas cruciales de la planta que son demasiado sensibles a la sequía. Por lo tanto, el estrés hídrico en estas etapas debe evitarse para aumentar el rendimiento y la viabilidad de las semillas de sésamo, o las variedades cultivadas plantadas deben ser tolerantes a él y mostrar una menor disminución del rendimiento en comparación con condiciones de buen riego.

Los mismos mutantes prometedores evaluados por su nivel de tolerancia a la sequía durante la germinación de la semilla y las primeras etapas de crecimiento de la plántula se utilizaron en otro estudio, como una continuación lógica, para evaluar su reacción a la sequía que ocurre en la floración (Kouighat *et al.* 2022b). Hubo una variación grande y significativa entre los mutantes para todos los parámetros estudiados, excepto el número de semillas por cápsula (Figura 4). Los mutantes “ML2-5”, “ML2-72” y “ML2-37” resultaron ser los más tolerantes a la sequía y presentaron el menor índice de sensibilidad al estrés y el mayor rendimiento de las semillas (Kouighat *et al.* 2022). Este es el primer informe sobre líneas mutantes de sésamo con tan alta tolerancia a la sequía durante la floración. Podrían utilizarse para desarrollar variedades cultivadas de alto rendimiento con tolerancia a la sequía durante la etapa de floración.

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

En Marruecos existe un problema de seguridad alimentaria del aceite de semillas, con una producción muy baja que no supera el 2 % de los requerimientos nacionales. A pesar del acuerdo entre el Gobierno marroquí y la profesión de este sector, se ha producido un descenso en el cultivo de girasol y sésamo, mientras que ha habido un aumento significativo de la colza durante la última década. Con el aumento de las temperaturas y la tendencia a la baja de las precipitaciones, todas las subregiones de la cuenca mediterránea, incluida Marruecos, se ven cada vez más afectadas y amenazadas por el cambio climático. Por lo tanto, es necesario desarrollar y aplicar una estrategia global para hacer frente al cambio climático.

En lo que respecta a la actividad de fitomejoramiento, se ha diseñado y puesto en marcha un programa integrado basado en la introducción de germoplasma (incluidos nuevos cultivos oleaginosos resistentes y alternativos), las hibridaciones intra e interespecíficas y la mutagénesis. En particular, se utilizó con éxito y eficacia el fitomejoramiento por mutagénesis en la colza y el sésamo y, como resultado, se identificaron y seleccionaron nuevos y prometedores germoplasmas tolerantes a la sequía severa durante las etapas de germinación y floración. Estos germoplasmas serán útiles para desarrollar y liberar en el futuro variedades de colza y sésamo tolerantes a la sequía y de alto rendimiento.

Sin embargo, se necesitan más trabajos sobre el calor y las inundaciones para identificar materiales genéticos que presenten un alto nivel de tolerancia a todos esos tipos de estrés abiótico. Por último, estos germoplasmas se evaluarán y controlarán en condiciones de estrés en el campo durante muchos años para seleccionar líneas de alto rendimiento y adaptadas.

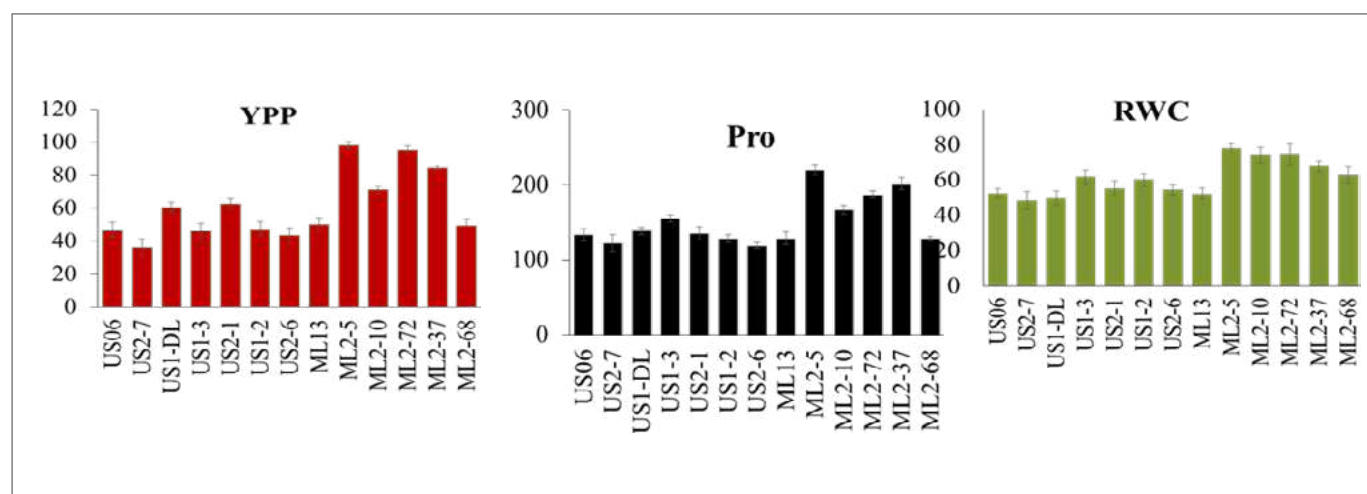


Figura 4. Rendimiento de diferentes genotipos de sésamo (mutantes) en condiciones de sequía para el rendimiento de semillas por planta (YPP), el contenido de prolina (Pro) y el contenido relativo de agua (RWC).

REFERENCIAS

- Channaoui, S., Labhili, M., Mazouz, H., El Fechtali, M. and Nabloussi, A. (2019a) Assessment of novel EMS-induced genetic variability in rapeseed (*Brassica napus* L.) and selection of promising mutants. *Pak. J. Bot.* 51: 1629–1639.
- Channaoui, S., El Idrissi, I.S., Mazouz, H. and Nabloussi, A. (2019b) Reaction of some rapeseed (*Brassica napus* L.) genotypes to different drought stress levels during germination and seedling growth stages. *OCL* 26: 23.
- Channaoui, S., Hssaini, L., Velasco, L., Mazouz, H., El Fechtali, M. and Nabloussi, A. (2020). Comparative study of fatty acid composition, total phenolics, and antioxidant capacity in rapeseed mutant lines. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 97: 397–407. DOI: 10.1002/aocs.12330
- Corwin, D.L. (2020) Climate change impacts on soil salinity in agricultural areas. *Eur. J. Soil Sci.* 72: 842–862.
- El Harfi, M., Jbilou, M., Hanine, H., Rizki, H., Fechtali, M. and Nabloussi, A. (2018) Genetic diversity assessment of Moroccan sesame (*Sesamum indicum* L.) populations using agro- morphological traits. *J. Agric. Sci. Technol.* A 8: 296–305.
- El Harfi, M., Charafi, J., Houmanat, K., Hanine, H. and Nabloussi, A. (2021). Assessment of genetic diversity in Moroccan sesame (*Sesamum indicum*) using ISSR molecular markers. *OCL* 28: 3.
- Gommes, R., EL Hairech, T., Rosillon, D., Balaghi, R. and Kanamaru, H. (2009). Impact of climate change on agricultural yields in Morocco. World Bank-Morocco study on the impact of climate change on the agricultural sector, FAO, Rabat, Morocco, October 2009. 105 p.
- Kouighat, M., Channaoui, S., Labhili, M., El Fechtali, M. and Nabloussi, A. (2020) Novel genetic variability in sesame induced via ethyl methane sulfonate. *J. Crop Improv.* DOI: 10.1080/15427528.2020.1861155.
- Kouighat, M., Hanine, H., El Fechtali, M. and Nabloussi, A. (2021). First report of sesame mutants tolerant to severe drought stress during germination and early seedling growth stages. *Plants* 10: 1166.
- Kouighat, M., El Harfi, M., Hafida, H., El Fechtali, M. and Nabloussi, A. (2022a) Moroccan sesame: Current situation, challenges, and recommended actions for its development. *OCL* 29: 27.
- Kouighat, M., Hafida, H., El Fechtali, M. and Nabloussi, A. (2022b) Assessment of some sesame mutants under normal and water-stress conditions. *J. Crop Improv.* DOI: 10.1080/15427528.2022.2095685
- Nabloussi, A., Bahri, H., Lakbir, M. Moukane, H., Kajji, A. and El Fechtali, M. (2019) Assessment of a set of rapeseed (*Brassica napus* L.) varieties under waterlogging stress at different plant growth stages. *OCL* 26: 36.
- Shinozaki, K., Uemura, M., Bailey-Serres, J., Bray, E. and Weretilnyk, E. (2015) Responses to abiotic stress. In: Buchanan, B.B., Gruissem, W. and Jones, R.L. (eds) *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*. John Wiley & Sons, Hoboken, USA, 2015.

Vortrag auf dem Seminar

The banner features logos for the National Institute of Agricultural Research (INRA) of Morocco and the 'Génération Green 2020-2030' initiative. The text is centered on a blue background.

Seminar on the role of plant breeding and plant variety protection in enabling agriculture to mitigate and adapt to climate change

Thematic Session 4: Plant breeding for climate change adaptation and mitigation in agriculture: Breeding strategies and techniques

Genetic improvement by mutagenesis of oilseed crops to cope with climate change: case of rapeseed and sesame

Dr. Abdelghani Nabloussi, National Institute of Agricultural Research (INRA) of Morocco

UPOV/SEM/GE/22/1
Geneva, October 11 and 12, 2022 (virtual meeting)

The slide includes the 'Génération Green 2020-2030' logo in the top left and the INRA logo in the top right. The title 'Introduction' is centered in a blue box.

Introduction

- Morocco is suffering a food security problem in edible oils : Overall national production, including olive and oilseed crops, covers just 20% of the country needs.
- Edible oils from oilseeds (only sunflower 25,000 ha, and rapeseed 10,000 ha) represent only 2%.
- The gap is covered by importation: Negative repercussions on the national economy and food security.
Annual Cost > 4 billions MAD (400 million USD)
- World bank study: Oilseed production will decrease as a result of climate change effect on agricultural production in Morocco. Rising trend in:
 - Drought;
 - Heat;
 - Flooding



Introduction (Cont.)




- Increasing reduction in oilseed crops yield: **-10% in 2030** and **-30% in 2050** (Gommes et al., 2009).
- Abandoning/reducing oilseed crops, as a result of climate change, affects negatively the global cropping system since those crops play an important role in rotation with cereals.
- Political will in Morocco to develop oilseed sector to improve the farmers' income and ensure edible oil food security by increasing national oilseed production.
- Challenging and facing the increasing abiotic stresses:
 - **Developing and cultivating tolerant varieties;**
 - **Diversifying oilseed crops (Resilient and alternative).**




Objective



- Overview on the main and recent achievements in oilseed crops breeding to face the most important abiotic stresses increasingly observed in Morocco:
 - ✓ **Focusing on mutagenesis breeding**
 - ✓ **Talking about rapeseed and sesame**



Oilseed crops and climate change in Morocco




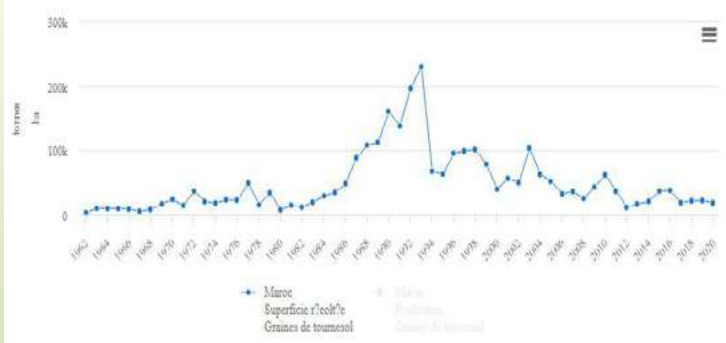
Oilseed crops cultivated

- ❖ Before 2000: Sunflower, rapeseed, safflower, soybean (sesame)
- ❖ From 2000 – 2012: Sunflower, (sesame)
- ❖ From 2013 – Today: Sunflower, rapeseed, (sesame)
- 2013: Year of the agreement between the government and oilseed sector's Interprofession (FOLEA)

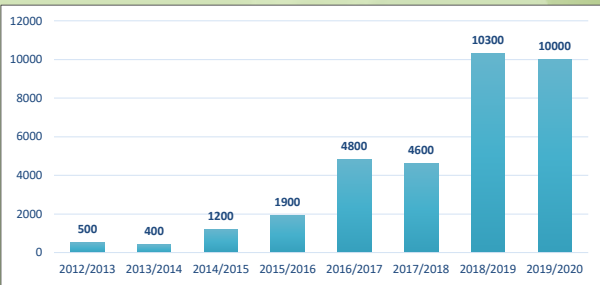
Climate change

- Importance of drought, as a structural element of the country's climate
- Net reduction in the overall rainfall.
- Increasing heat trend.
- large fluctuation in the amount and frequency of rainfall from year to year and among locations within year.
- Increasing flood trend in some regions.
- Appearance of new pests and diseases.

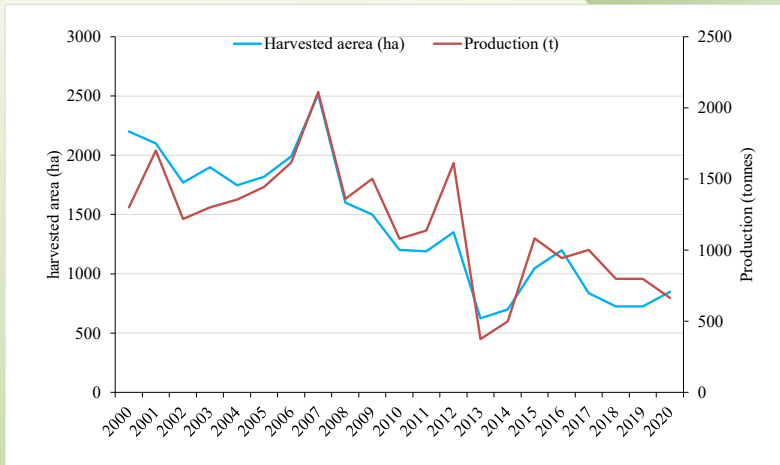




Evolution of harvested sunflower area during 1962-2020 (FAOSTAT, 2022)



Evolution of harvested rapeseed area after 2013-CP agreement (FAOSTAT, 2022)



Evolution of sesame harvested area and production during 2000-2020 (FAOSTAT, 2022)

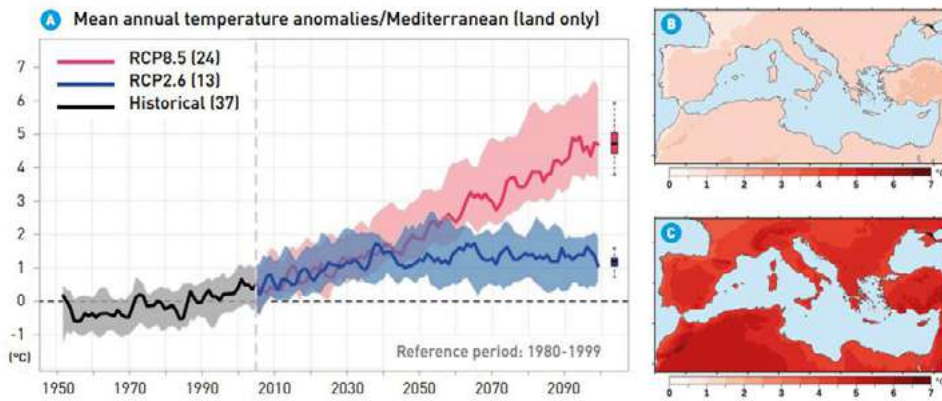


Figure SPM.2 | Projected warming in the Mediterranean Basin over land. Projected changes in annual temperature relative to the recent past reference period [1980-1999], based on the EURO-CORDEX 0.11° ensemble mean, A: simulations for pathways RCP2.6 and RCP8.5, B: warming at the end of the 21st century [2080-2099] for RCP2.6, C: idem for RCP8.5.

MedECC 2020 Summary for Policymakers. In: Climate and Environmental Change in the Mediterranean Basin – Current Situation and Risks for the Future. First Mediterranean Assessment Report [Cramer W, Guiot J, Marini K (eds.)] Union for the Mediterranean, Plan Bleu, UNEP/MAP, Marseille, France, pp 11-40.

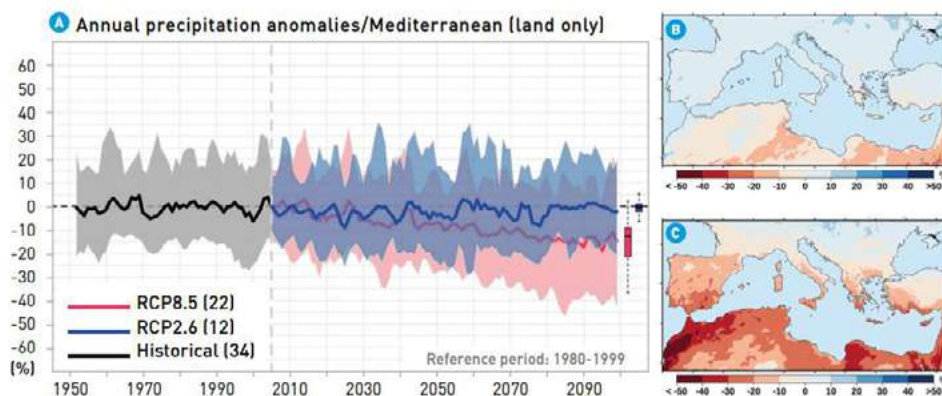
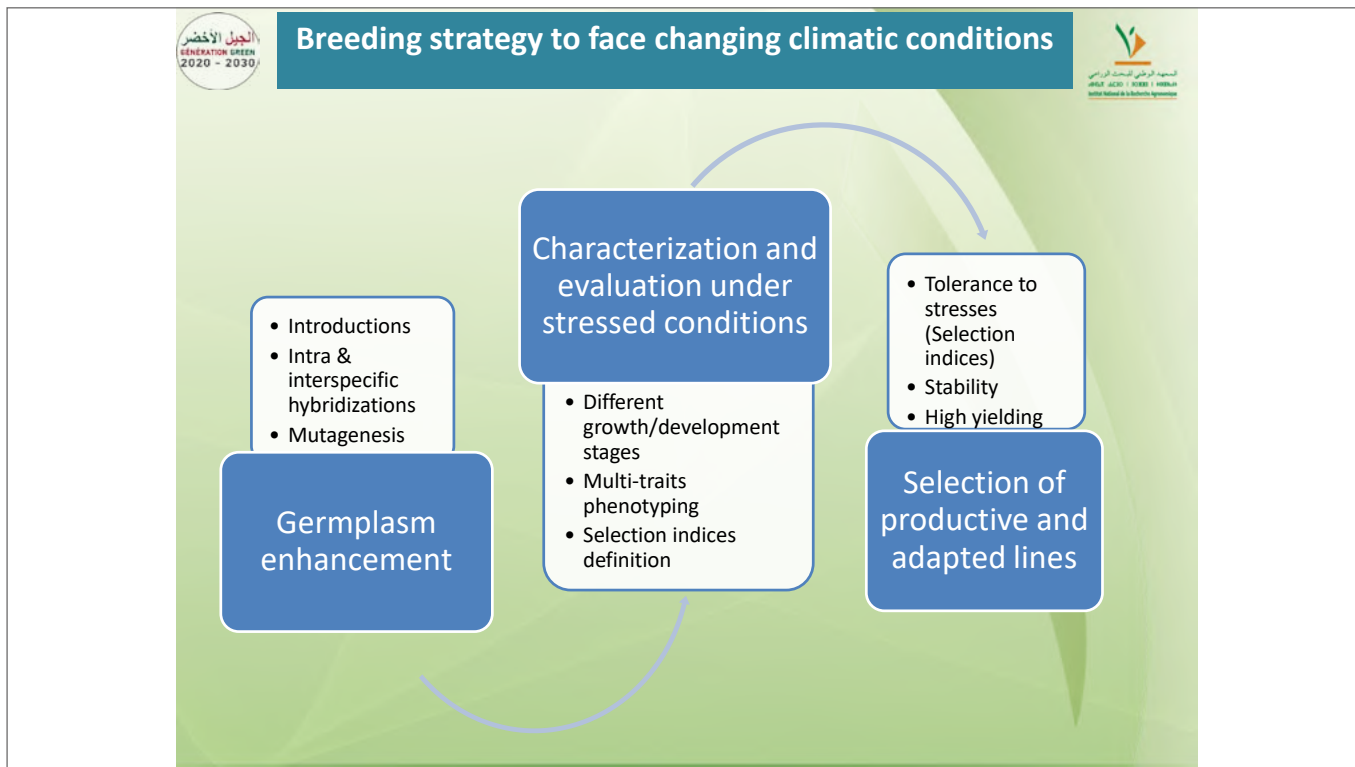
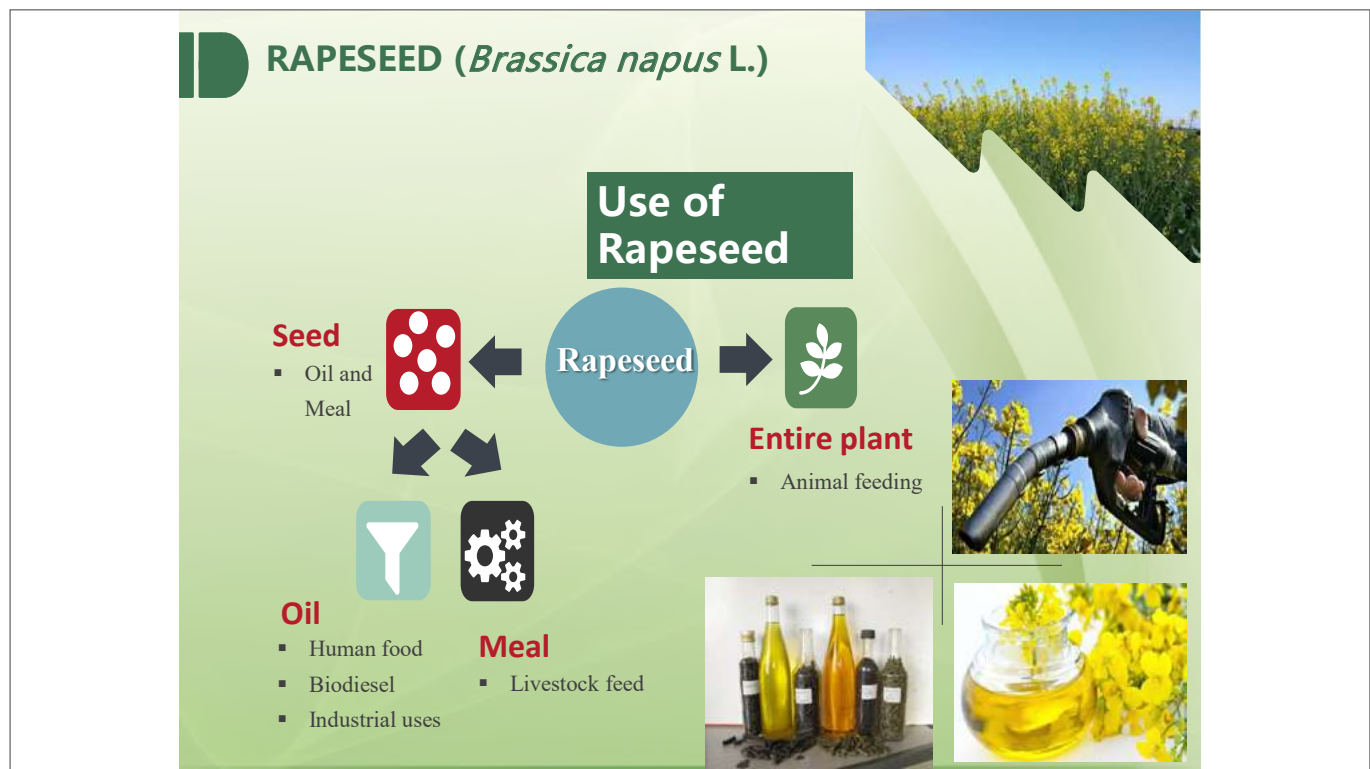
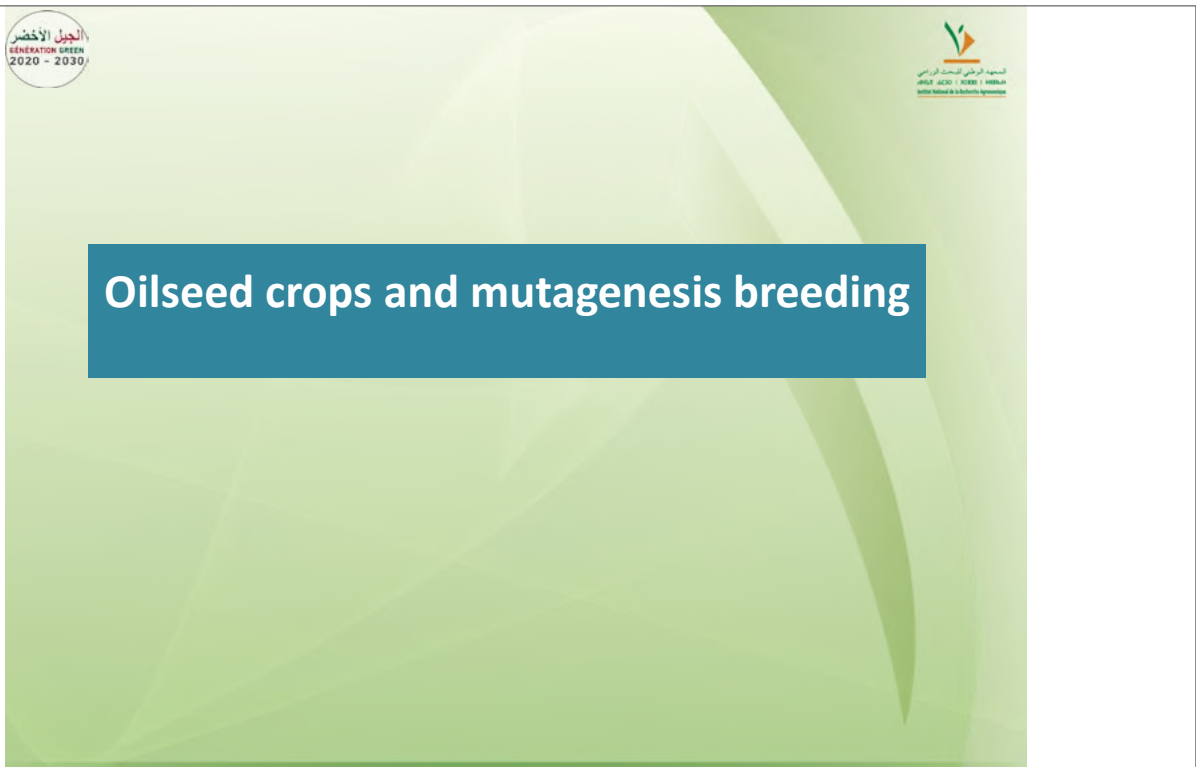


Figure SPM.3 | Projected rainfall change in the Mediterranean Basin. Projected changes in annual rainfall relative to the recent past reference period (1980-1999), based on the EURO-CORDEX 0.11° ensemble mean, A: simulations for pathways RCP2.6 and RCP8.5, B: rainfall anomalies at the end of the 21st century (2080-2099) for RCP2.6, C: idem for RCP8.5.

MedECC 2020 Summary for Policymakers. In: *Climate and Environmental Change in the Mediterranean Basin – Current Situation and Risks for the Future. First Mediterranean Assessment Report* [Cramer W, Guiot J, Marini K (eds.)] Union for the Mediterranean, Plan Bleu, UNEP/MAP, Marseille, France, pp 11-40.





PROBLEMATIC

✂

Rapeseed germplasm has a fairly narrow genetic variability.

Need to sustainably expand the existing genetic variability for breeding and variety release.

📈


🔍

Conventional cross breeding was restrictedly used due to the limited genetic variability in nature (Sestili *et al.*, 2010).


Induced mutation is an effective alternative to increase genetic variability that could rarely be found in germplasm collections (Szarejko and Forster, 2007).

📣


ACHIEVEMENTS




Check-DYT



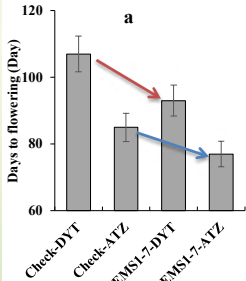
EMS1-7-DYT



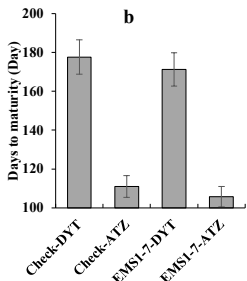
EMS1-7-ATZ



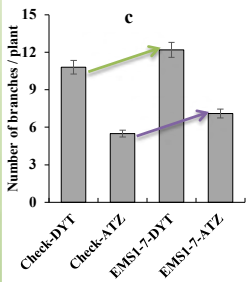
Check-ATZ



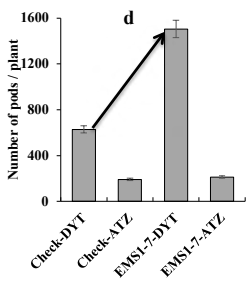
a



b



c



d

Fig. Genetic gain in earliness to flowering, branching and pods/plant in a M2 mutant derived from 1% EMS during 7 hours (EMS1-7), compared to the check variety 'INRA-CZH2', evaluated in two different environments, Douyet (DYT) and Sidi Allal Tazi (ATZ).

ACHIEVEMENTS

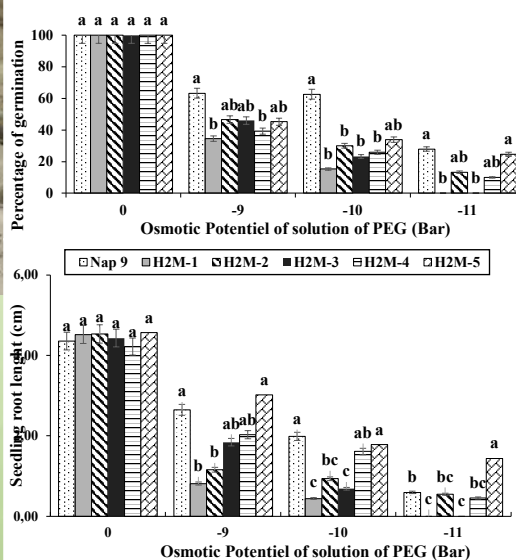


Compared to the check or wild-type material (INRA-CZH2), the mutant H2M-5:

- flowered and matured earlier,
- had higher number of pods per plant in different environments,
- showed higher level of adaptation to stressful conditions associated with low rainfall, high temperature and late planting.

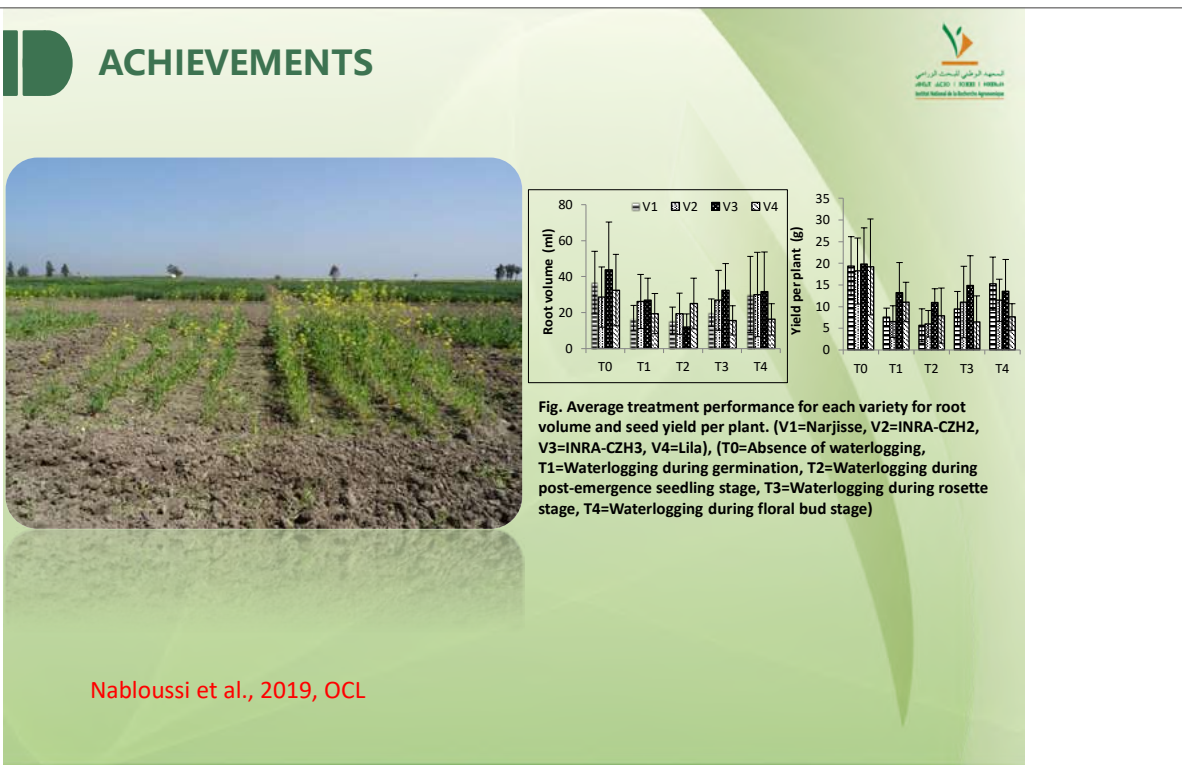
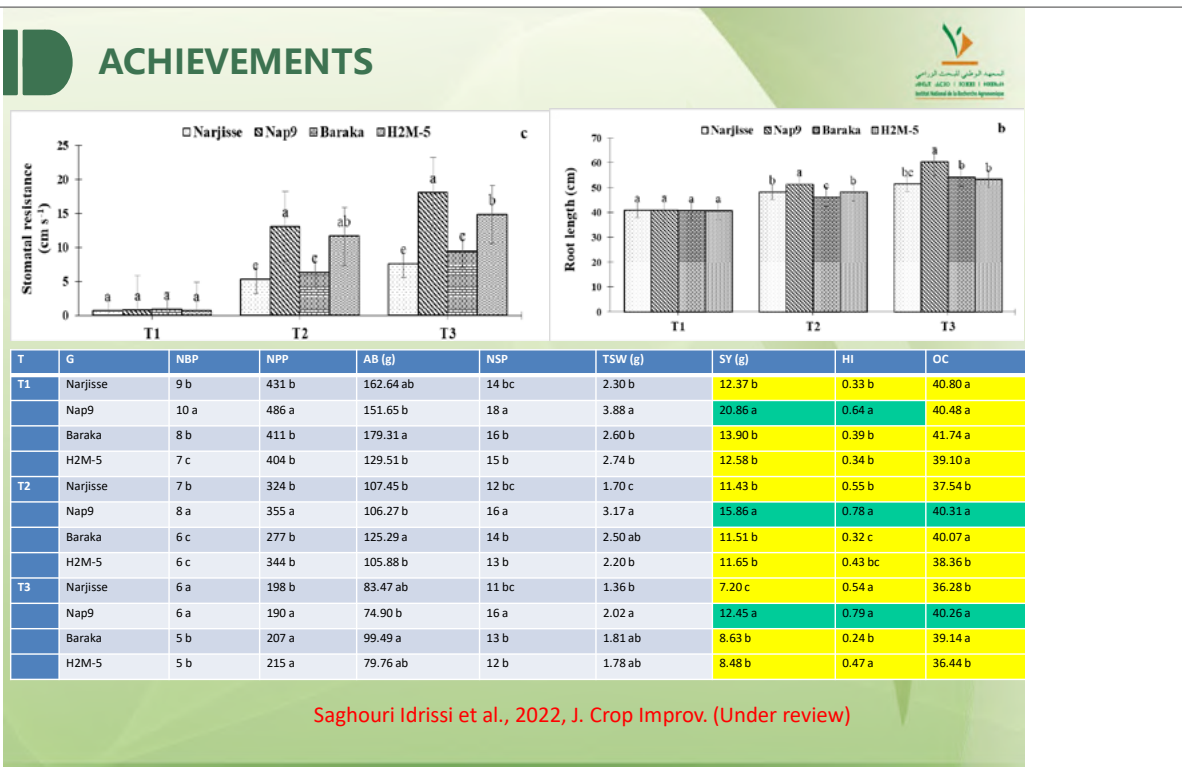
Channaoui et al., 2019a, Pak. J. Botany.

ACHIEVEMENTS



Reaction of rapeseed genotypes (mutants) to various levels of drought during germination and early seedling growth

Channaoui et al., 2019b, OCL.



SESAME (*Sesamum indicum* L.)

Use of sesame

- Seed**
 - Food additive
 - Therapeutic
 - Aromatic
- Oil**
 - Human food
 - Biodiesel
 - Industrial uses

PROBLEMATIC

The available genetic diversity in Morocco is too limited

- El Harfi et al., 2018, J. Agric. Sci. Technol. A
- El Harfi et al., 2021, OCL

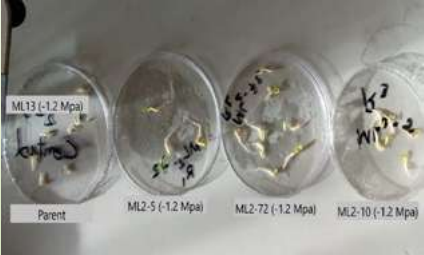
The Moroccan cultivar requires a lot of water (too much irrigations); however it has just an average yield


- Kouighat et al., 2022, OCL

ACHIEVEMENTS


Drought during germination

M2 & M3 generations






US06




Sensitive wild-type cultivars

ML13




ML2-5



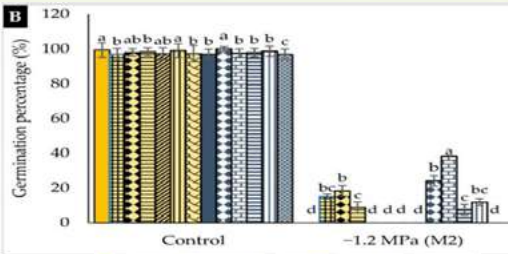
Tolerant mutants

ML2-37

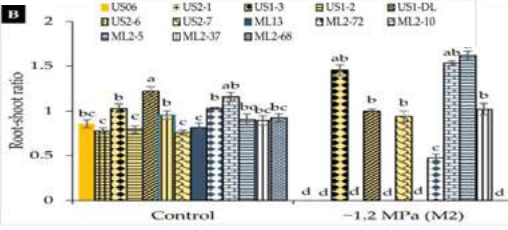


Drought during flowering

B




Control -1.2 MPa (M2)

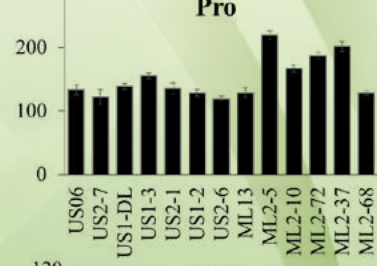


Control -1.2 MPa (M2)

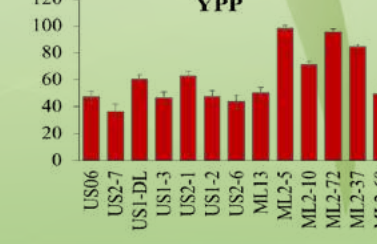
RWC



Pro

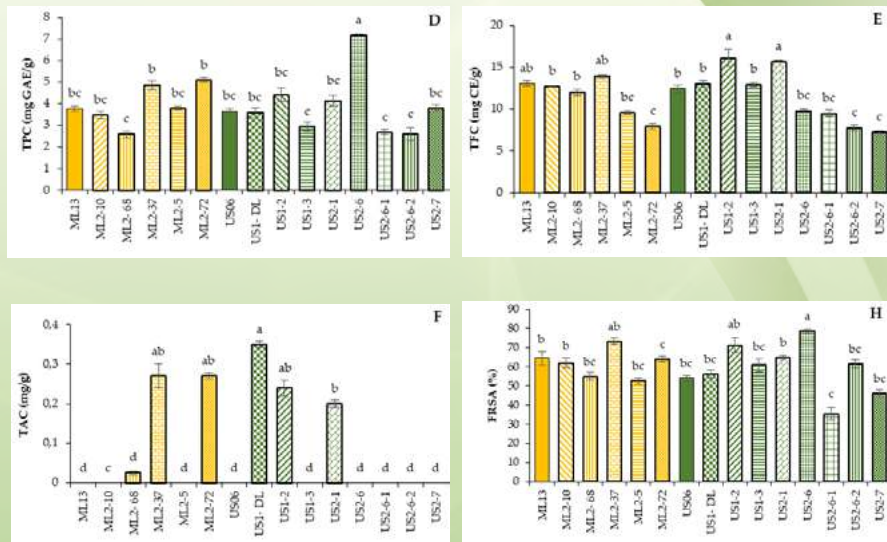


YPP



Development and selection of sesame mutant lines with higher tolerance to drought stress during germination and flowering stages: ML2-5, ML2-10 et ML2-37.

Kouighat et al. 2021 (Plants)
Kouighat et al. 2022 (J. Crop Improv.)



In addition, mutant lines with genetic gain in terms of nutritional quality traits were identified and selected.

Kouighat et al. 2022 (Plants).



Conclusions and prospects



- ❑ In Morocco: Decline in sunflower and sesame cultivation vs. Increase in rapeseed cultivation were observed in the last decade.
- ❑ In the future: Rising temperature trend vs. Downward trend in precipitation: All sub-regions of the Mediterranean Basin, including Morocco, are increasingly impacted and threatened by climate change (CC).
- ❑ Need to develop and implement a global strategy to cope with CC.
- ❑ Integrated breeding strategy: Introductions (including novel resilient and alternative oilseed crops), intra & interspecific hybridizations, mutagenesis.



Conclusions and prospects



- ❑ **Mutagenesis breeding effectively used in rapeseed and sesame: Novel and promising germplasms tolerant to severe drought during germination and flowering stages.**
- ❑ **Usefulness of these germplasms to develop and release drought-tolerant and high-yielding varieties of rapeseed and sesame.**
- ❑ **Need to work also on heat and develop tolerant germplasm.**
- ❑ **Evaluation, monitoring and selection of high-performing and adapted lines under stressed field conditions for many years.**
- ❑ **TILLING and CRISPR Techniques towards genomic selection.**



Thank you

CONEXIÓN DE DIFERENTES GRUPOS DE INVESTIGACIÓN EN POS DE UN MEJORAMIENTO MÁS ACERTADO

Sr. Muath Alsheikh

Jefe de Investigación y Desarrollo, Graminor AS (Noruega)

Me llamo Muath Alsheikh. Soy el Jefe de Investigación y Desarrollo de la empresa noruega de fitomejoramiento Graminor. Hoy expondré brevemente cómo los grupos de investigación pueden contribuir al desarrollo del fitomejoramiento de cara al clima futuro.

Varios oradores que hablaron antes de mí destacaron la importancia del fitomejoramiento y su contribución a la seguridad alimentaria sostenible a escala nacional e internacional.

En la Figura 1, pueden ver el paso principal del proceso de fitomejoramiento; desde el cruce de variedades favoritas o líneas de mejoramiento seguido de varios años de evaluación y selección.

Los pasos de evaluación y selección llevan mucho tiempo y requieren una inversión considerable. Puede llevar entre diez y veinte años, dependiendo de la especie.

Otro paso importante en el fitomejoramiento es el mejoramiento previo. Es el paso en el que los obtentores introducen nuevas fuentes genéticas en su programa de fitomejoramiento. Cada uno de los pasos del mejoramiento tiene sus propios desafíos. En mi opinión, aquí hay tres desafíos principales:

- (I) desafíos genómicos: principalmente la complejidad genómica en las plantas en comparación con los animales (p. ej., poliploidía, tamaño del genoma);
- (II) la interacción entre la genética y el medio ambiente; y
- (III) el mejoramiento de varios rasgos.

A la complejidad genómica hay que añadirle la complejidad comercial y el costo asociado al mejoramiento, especialmente en países con un elevado costo de mano de obra, como Noruega. Por lo tanto, los obtentores siempre buscan nuevos métodos y tecnologías para aumentar la precisión de su selección, principalmente con un costo relativamente bajo.

En general, las tecnologías facilitadoras son muy importantes para el fitomejoramiento, especialmente las tecnologías de alto rendimiento.

En la Figura 2 se muestran dos tecnologías principales en las que se centran muchos programas de fitomejoramiento de Graminor: las tecnologías basadas en la fenómica, como las tecnologías de sensores y las tecnologías de imágenes, y las tecnologías basadas en las moléculas o en la genómica, como el mejoramiento asistido por moléculas y la selección genómica. Tengan en cuenta que estas tecnologías tienen que combinarse con la selección visual para maximizar los resultados.

Estas tecnologías requieren distintos tipos de competencias (p. ej.: TI, programación, estadística y modelado, entre otras). Es poco probable que una empresa tenga competencias en todas las tecnologías en un solo lugar. Por lo tanto, los enfoques colaborativos y multidisciplinares (p. ej., los grupos) son la forma más eficaz de avanzar en el desarrollo del fitomejoramiento.

En la Figura 3 se presentan dos ejemplos de este tipo de colaboración: la Asociación Nórdica Público-Privada para el Mejoramiento Previo y el Grupo Nacional Noruego para el Clima (Clima Futuro).

Estas tecnologías requieren distintos tipos de competencias

Los principales objetivos de esta colaboración son los siguientes:

- (I) fortalecer el fitomejoramiento en los países nórdicos;
- (II) fomentar el uso de los recursos genéticos en el fitomejoramiento;
- (III) Desarrollar herramientas y métodos eficaces, como la fenómica y la genómica
- (IV) trabajar en red..

Desde 2012, tenemos siete proyectos que abarcan varios cultivos de cereales, cultivos forrajeros o frutas y bayas. Cuatro proyectos han finalizado en 2020 y tres proyectos están actualmente en marcha en el trigo, la papa y la fenómica de alto rendimiento.

De esta colaboración hemos obtenido amplios conocimientos y competencias entre los países nórdicos. Hemos creado una sólida colaboración precompetitiva (red) y desarrollado herramientas de mejoramiento que se utilizan actualmente en todos los programas de fitomejoramiento nórdicos.

La segunda colaboración es nuestro proyecto National Climate Futures. Climate Futures es un centro para proyectos de innovación basados en la investigación. Está financiado por el Consejo Noruego de Investigación, comenzó en 2020 y durará 8 años, con un presupuesto de más de 15 millones de euros. Treinta socios participan en esta iniciativa: agricultura, industria petrolera, industria del transporte, etc. Todos ellos están interesados en el clima.

La idea de esta iniciativa es crear soluciones para gestionar el riesgo climático a corto, medio y largo plazo.

En cuanto al fitomejoramiento, la idea es integrar y predecir GxE en el fitomejoramiento mediante modelos genómicos y fenómicos.

Otra investigación en este campo es sobre la predicción del rendimiento de diferentes variedades en distintos entornos para reducir la cantidad de ensayos. Además, en este proyecto pretendemos identificar ubicaciones actuales que representen el clima futuro para evaluar el rendimiento de las variedades y los futuros cruces.

Vortrag auf dem Seminar

Connecting different research clusters with the aim to develop more accurate breeding

Muath Alsheikh, PhD, MBA

Head of Research and Development/Breeder

muath.alsheikh@graminor.no

Tlf. 976 99 135

www.graminor.no



Plant breeding

- ✓ Plant breeding is one of the most sustainable way to improve food security
- ✓ Breeding main steps are – (pre-breeding) crossings, evaluation and selection
- ✓ It takes between 10-20 years to produce a new improve cultivar.
- ✓ Challenges: genome complexity, multi-trait, G x E
- ✓ Plant breeders all the time seek for methods that can increase their selection efficiency and accuracy at low cost

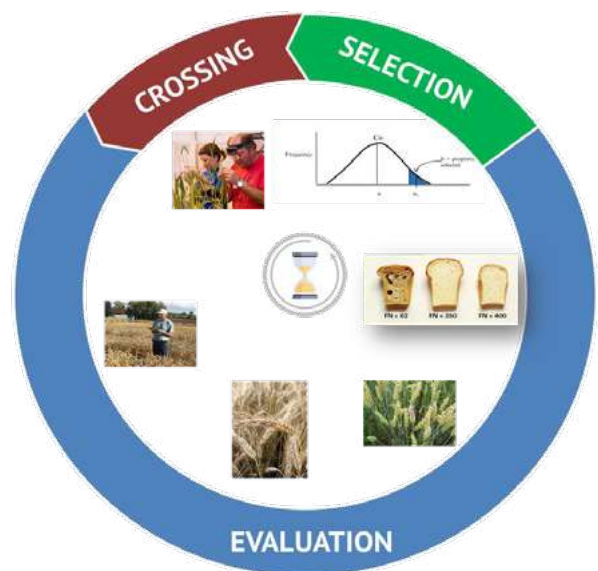
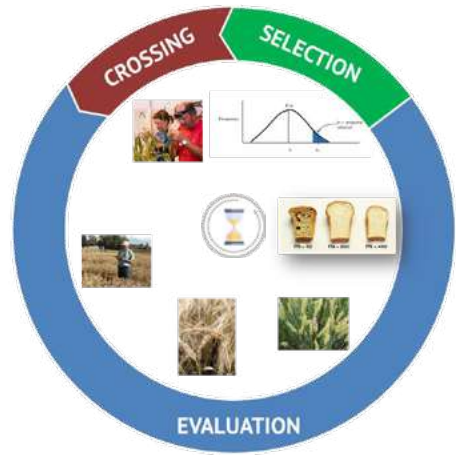
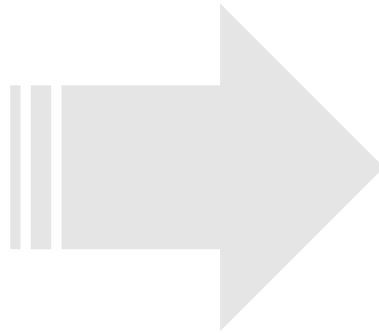


Figura 1: Proceso estándar de fitomejoramiento

Enable HTP technologies



Efficiency | PrecisionFirst to market



Figura 2: Tecnologías HTP

Clusters



Nordic Public Private Partnership for Pre-breeding (PPP)

- ✓ Nordic collaboration between practical plant breeding and plant breeding research – since 2012.
- ✓ Funded by the Nordic countries and plant breeding entities (50/50), and the secretariat is placed at NordGen.
- ✓ PPP aims to:
 - strengthen plant breeding in the Nordic countries
 - promote sustainable use of genetic resources in the Nordic region
 - introduction of new traits in commercial breeding
 - development of efficient tools and methods
 - *Network (pre-competitive collaboration)*



Figura 3: Example collaboration in Nordic Public Private Partnerships for Pre-breeding (PPP)

Nordic pre-breeding PPP: 4 phases 2012 – 2023...



PPP_Barley
2012-2020

- Obtained knowledge and competence
- Strong network
- Developed breeding methods and tools; e.g., MAS, GS, phenomic....
- New breeding material; e.g., MAGIC



PPP_Strawberry
2018-2020



PPP_Wheat
2021-2023...



PPP_Potato
2021-2023...



PPP_Phenomics
2015-2023...





climate futures

Navigating Climate Risk



Breeding, environment and market



Climate Future: Breeding goals

- Short, medium and long-term climate prediction
- Prediction of variety performance (+offspring) in different environments (short-medium-long terms) – based on current and historical information.
- Identify current locations that represent future medium- and long-term climate
- Potential new crops for Nordic market



Thank you!



AVANCES EN LA OBTENCIÓN DE NUEVAS VARIEDADES MÁS ADAPTADAS AL CAMBIO CLIMÁTICO EN CULTIVOS Y FORRAJES: UNA PERSPECTIVA SUDAMERICANA

Dr. Fernando Ortega Klose

Obtentor de plantas forrajeras, Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Chile (INIA), Centro regional de Carillanca (Chile)

INTRODUCCIÓN

Chile es un país muy extenso situado en el sur de América con diversas condiciones climáticas a lo largo y ancho del país. Con más de 4 000 km de norte a sur y una anchura que oscila entre los 90 y los 445 km desde el océano hasta las cumbres de los Andes, el país tiene entornos realmente contrastados para las actividades agrícolas. Estas condiciones particulares representan una oportunidad para complementar las actividades agrícolas económicas dentro del país y para exportar semillas (producción de semillas fuera de temporada) y frutas al mundo. El país también ofrece unas condiciones sanitarias notables para la agricultura debido a las “barreras de aislamiento” naturales que ofrecen la cordillera de los Andes, el océano Pacífico, el desierto en el norte y la Patagonia en el sur.

La superficie cubierta por la agricultura en Chile (menos de 2 millones de ha) es reducida en comparación con el territorio continental nacional (c. 75 millones de ha). La reducida superficie y la diversidad de ambientes constituyen un desafío para los profesionales e investigadores que deben optimizar los sistemas de producción adaptados a cada condición, especialmente para los fitomejoradores. La limitada superficie cultivable y la gran diversidad de entornos para la agricultura reducen el tamaño del mercado para cada variedad vegetal, por lo que los programas nacionales de fitomejoramiento deben planificarse adecuadamente en función de esta limitación. Otro reto para el fitomejoramiento es el cambio climático, que se analizará más adelante.

El Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Chile, INIA-Chile, es el principal organismo de I&D del país, perteneciente al Ministerio de Agricultura. INIA-Chile fue creado en 1964, y tiene cobertura nacional con centros regionales y experimentales en todo el país (Figura 1).

CAMBIO CLIMÁTICO

Los modelos de cambio climático sugieren diferentes efectos a lo largo y ancho del país, pero en general los principales efectos previstos son un aumento de la temperatura media de 2-4 °C a finales de siglo, una reducción de la nieve en los Andes, una disminución de las precipitaciones en la mayor parte del país y una reducción del agua disponible para el riego (Figura 2). Temperaturas más altas, menos precipitaciones y menos agua disponible para el riego introducen la necesidad de trabajar en I&D para la adaptación y mitigación de estas condiciones.

En la Figura 3 se presentan ejemplos de la tendencia de reducción de la precipitación anual en los últimos 55 años para una localidad del sur de Chile. En esta localidad, la precipitación media anual de los últimos 10 años (2012-2021) ha sido un 18 % inferior a la media histórica. Además, la precipitación durante la principal temporada de cultivo (octubre a marzo) entre los años 2012-13 y 2021-22 se ha reducido de los 332 mm históricos a 253 mm, lo que significa una disminución del 24 % (Figura 4). La escasez de agua para los cultivos se agrava debido a la reducción del agua disponible para el riego en los últimos años. La temperatura es quizá tan importante como el agua disponible para los cultivos, y no solo deben tenerse en cuenta las temperaturas medias; incluso las temperaturas máximas y mínimas absolutas por día son más importantes que la media ya que afectan considerablemente a la adaptación de especies y variedades. En este sentido, la Figura 5 muestra el número de días durante la principal temporada de cultivo (octubre a marzo) con temperaturas máximas superiores a 27 °C para el Centro de Investigación Carillanca. A partir de la temporada 2011-12 en promedio hubo un incremento del 22 % en este parámetro (Figura 5). Este aspecto se tratará más adelante en relación con la adaptación de las gramíneas forrajeras.

FITOMEJORAMIENTO EN INIA-CHILE

El cambio climático introduce una presión “ambiental” (factores bióticos y abióticos) en el crecimiento y la producción de las plantas. Además, cada día el consumidor demanda productos de mejor y diferenciada calidad y existe la necesidad de producir de manera más sostenible. Es por ello que a nivel mundial, y en Chile, el desarrollo de nuevas combinaciones genéticas es una alta prioridad.

La mejora genética vegetal ha sido históricamente una directriz estratégica del INIA. De hecho, era una actividad importante del Ministerio de Agricultura incluso antes de 1964 y se reforzó con la fundación de la institución; los programas de fitomejoramiento del INIA se iniciaron desde el comienzo de la institución y han sido su principal tema de I&D y la principal contribución al sector agrícola. El fitomejoramiento se fortaleció con la creación del programa de recursos genéticos (1985) y la construcción de bancos de genes (1990), estructurando una red de bancos de germoplasma vegetal. Asimismo, a principios de la década de 1990, el INIA inició el programa de biotecnología, centrándose en diversas áreas, considerando tanto el desarrollo de herramientas, plataformas analíticas y productos, siempre apoyado por la comprensión de los procesos biológicos y cómo pueden ser utilizados para enfrentar diversos problemas y proporcionar soluciones adecuadas. Algunas áreas de desarrollo biotecnológico en el INIA para apoyar los programas de fitomejoramiento han sido la selección de marcas moleculares (por ejemplo, calidad en trigo, ausencia de semillas en uva de mesa, resistencia a hongos y virus en la papa), identificación de la “arquitectura genética” de rasgos complejos, transformación genética para resistencia a enfermedades y estrés abiótico (sal y sequía), edición génica, etc.

En las últimas cuatro décadas, los sistemas productivos de Chile han experimentado importantes cambios, evidenciando un aumento considerable de los rendimientos medios y de la calidad industrial, cuestión no menor si se considera que el 50 % de los avances logrados en rendimiento suelen atribuirse al mejoramiento genético (Figura 6). Es importante mencionar que, en la última temporada, el rendimiento del arroz disminuyó considerablemente, debido principalmente a las bajas temperaturas en la época de floración, a la fecha de siembra tardía debido a las condiciones climáticas y también a la reducción del agua disponible para riego.

La mayoría de las variedades con registro propio en Chile han sido desarrolladas en el extranjero (cerca del 90 %, Tabla 1). Esta proporción es mayor en cultivos frutales y ornamentales, y menor en cultivos de campo. Además, es importante señalar que la evaluación agronómica en Chile no es un requisito legal para la comercialización. Ambos aspectos son importantes para la adaptación de variedades, ya que es bien conocida la interacción genotipo x ambiente, especialmente en un escenario de cambio climático. INIA-Chile es un actor importante en el fitomejoramiento (43 % de las variedades nacionales en 2022) con énfasis en cultivos de campo (62 %) y forrajes (100 %).

La Figura 7 muestra el número de variedades de INIA registradas en la actualidad por especie o grupo de especies. Las variedades generadas por INIA ocupan buena parte de la superficie cultivada; a modo de ejemplo, el porcentaje aproximado de la superficie nacional que utiliza variedades INIA es: arroz (100 %), triticale (90 %), avena (95 %), trigo duro (95 %), trigo pan (60 %), lupino dulce (40 %), lupino amargo (30 %), poroto (80 %) y papa (40 %).

El INIA mantiene actualmente 13 programas de fitomejoramiento en diferentes especies o grupos de especies (uva de mesa, cerezo, manzano, trigo, triticale, arroz, avena, quínoa, poroto, lupino dulce y amargo, papa y forrajes). Estos programas de fitomejoramiento están fuertemente vinculados al sector privado (agroindustria, consorcios, empresas semilleras), centros internacionales y organizaciones de agricultores, y cumplen un rol fundamental en la cadena productiva para el mercado nacional y de exportación. En su historia, el INIA ha generado más de 260 cultivares de diferentes especies vegetales, contribuyendo considerablemente al desarrollo agrícola.

Los programas de fitomejoramiento de INIA Chile comenzaron a visualizar el cambio climático/estrés abiótico con mayor énfasis hace unos 10 a 15 años. Algunos programas comienzan a considerar la selección para estrés abiótico en etapas tempranas y la mayoría lo considera al final, cuando se toma la decisión de que las variedades salgan al mercado. Un ejemplo interesante en los cultivos frutales es el programa de mejora de cerezas dulces, en el que parte de los cruces y la selección se realizan para reducir los requisitos de frío invernal; esto se hace con el fin de producir cerezas en nuevas zonas con inviernos más suaves y también debido al cambio climático.

En cereales, un ejemplo es el programa de mejoramiento de arroz (tipo japónica); la zona de producción de arroz en Chile es la más austral del mundo y son frecuentes las bajas temperaturas en la época de establecimiento y floración. Además, el cultivo de arroz en Chile se produce tradicionalmente en condiciones de inundación, lo que implica una elevada huella hídrica. El cultivo de arroz del INIA tiene en cuenta la adaptación a temperaturas más bajas y la reducción del riego.

En la papa, el rendimiento del tubérculo está altamente relacionado con el agua disponible; cuando se comparan condiciones de secano y regadío, dependiendo de las precipitaciones durante el desarrollo del cultivo, se produce una reducción media entre el 10 % y el 35 % en el sur de Chile (Figura 8; Martínez *et al.* 2021). Se han introducido nuevas variedades (Porvenir y Yaike) con un alto potencial de rendimiento tanto en condiciones de regadío como de secano (Figura 9; Martínez *et al.* 2021).

En el área de forrajes, el INIA desarrolló variedades de alfalfa y medicinales anuales hace dos a tres décadas, pero esas variedades no fueron importantes en el mercado. Tradicionalmente, las únicas especies con variedades del INIA en el mercado nacional y de exportación han sido el trébol rojo y más recientemente el *bromegrass* (*Bromus valdivianus*) para el mercado chileno. Además de estas dos especies, se encuentra en sus primeras fases un nuevo programa de fitomejoramiento del ballico perenne, y también se realizan estudios genéticos de la alfalfa.

En trébol rojo, el INIA ha desarrollado tres variedades, *Quiñequeli-INIA*, *Redqueli-INIA* y *Superqueli-INIA*, introducidas en 1962, 1997 y 2011, respectivamente. La Figura 10 muestra la mejora en el rendimiento de forraje en función de la variedad en dos ambientes del mismo emplazamiento a lo largo de cuatro temporadas (regadío) y tres años (secano). Esta mejora se debe principalmente a la mejor supervivencia de las plantas de la variedad más reciente y a la adaptación general al medio. En los últimos años se han realizado otros estudios sobre la respuesta a la disponibilidad de agua, que han demostrado diferencias significativas entre las líneas experimentales en cuanto a la eficiencia del uso del agua (Figura 11).

El bromegrass es un género nativo del cono sur de Sudamérica. *Bromus valdivianus* (Syn. *Bromus stamineus*) es una especie interesante en el sur de Chile por su persistencia como pasto, alta capacidad de producir forraje en diferentes ambientes y buen rendimiento animal bajo pastoreo. En cuanto al cambio climático, la especie muestra un mejor crecimiento durante la estación seca y puede tolerar temperaturas más altas en verano en comparación con el ballico perenne. El INIA comenzó a trabajar con *Bromus* en 1994 y después de 14 años introdujo las primeras variedades nacionales de la especie (*Bronco-INIA* y *Bromino-INIA*). La Figura 12 muestra un resumen de la producción de forraje durante tres temporadas en condiciones de secano y regadío, comparando el *bromegrass* *Bronco-INIA* y el ballico perenne *Nui*. A pesar del riego, el ballico perenne no pudo crecer adecuadamente durante el verano y ello se debe a la existencia de días con temperaturas máximas superiores a 27 °C (Figura 5), condición que desencadena la “dormancia” del ballico y, en menor grado, del *bromegrass*. El rendimiento medio del *bromegrass* en tres temporadas de cultivo fue un 235 % superior al del ballico perenne en verano en condiciones de secano y un 207 % con riego (Figura 12). Además, a partir de la segunda temporada, el rendimiento total por temporada fue superior en el bromegrass en comparación con el ballico perenne, lo que demuestra la importancia del fitomejoramiento a nivel nacional, valorando en especial el trabajo con especies autóctonas y su domesticación.

COMENTARIOS FINALES

El fitomejoramiento es esencial para la adaptación al cambio climático. Para ello, es fundamental reforzar los programas nacionales de mejora genética para la adaptación local. Incluso con la llegada de nuevas técnicas, el “tiempo de fitomejoramiento” requiere una visión y un presupuesto a medio y largo plazo.

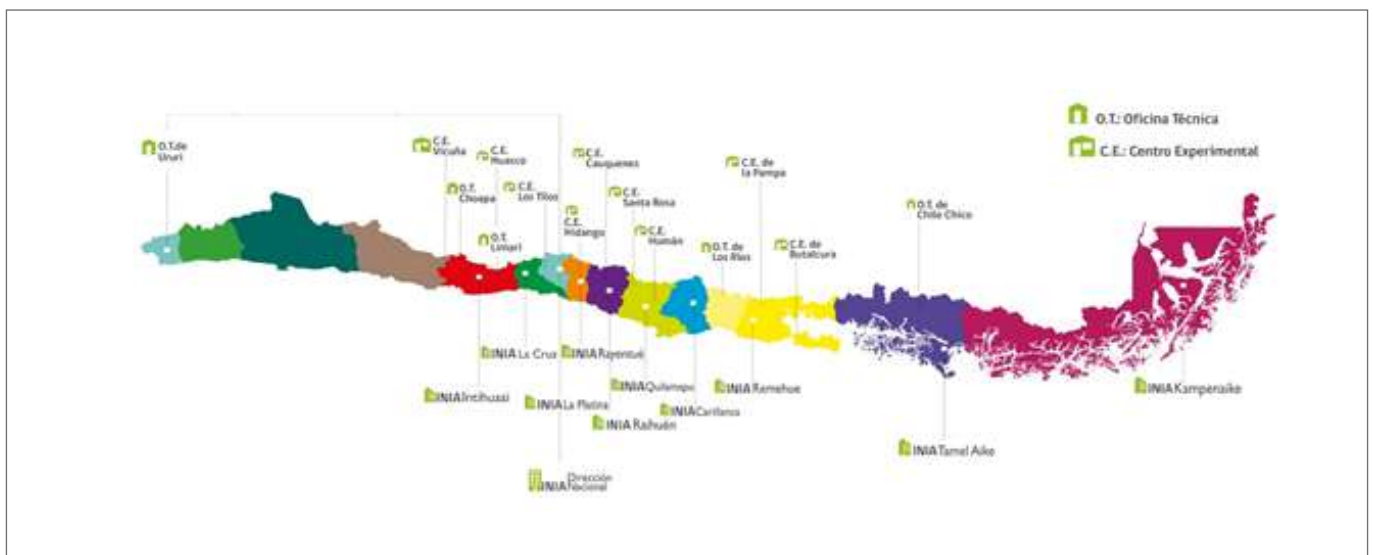


Figura 1. Cobertura nacional de dependencias de investigación del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Chile, INIA-Chile.

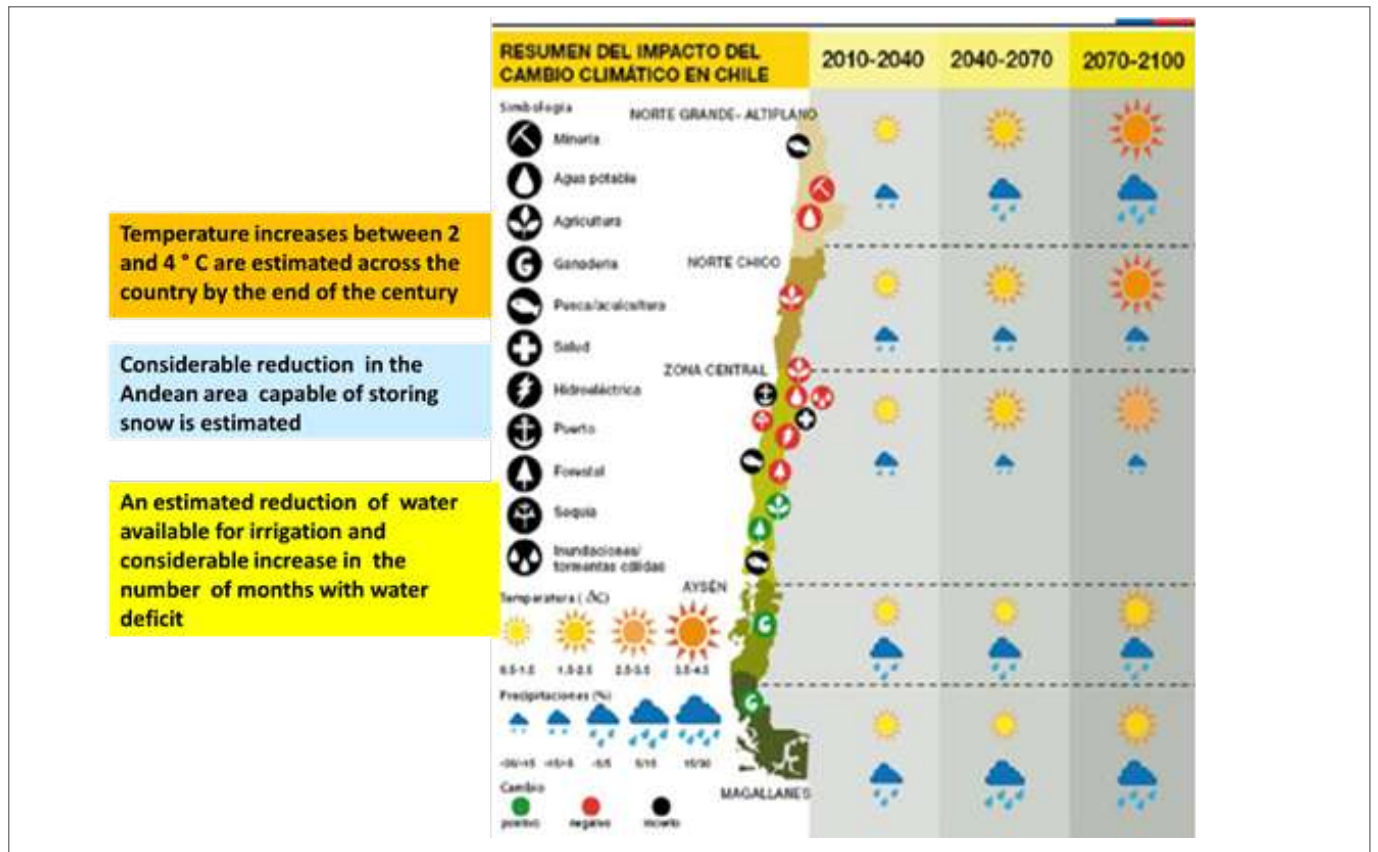


Figura 2. Cambio climático previsto en Chile para este siglo.

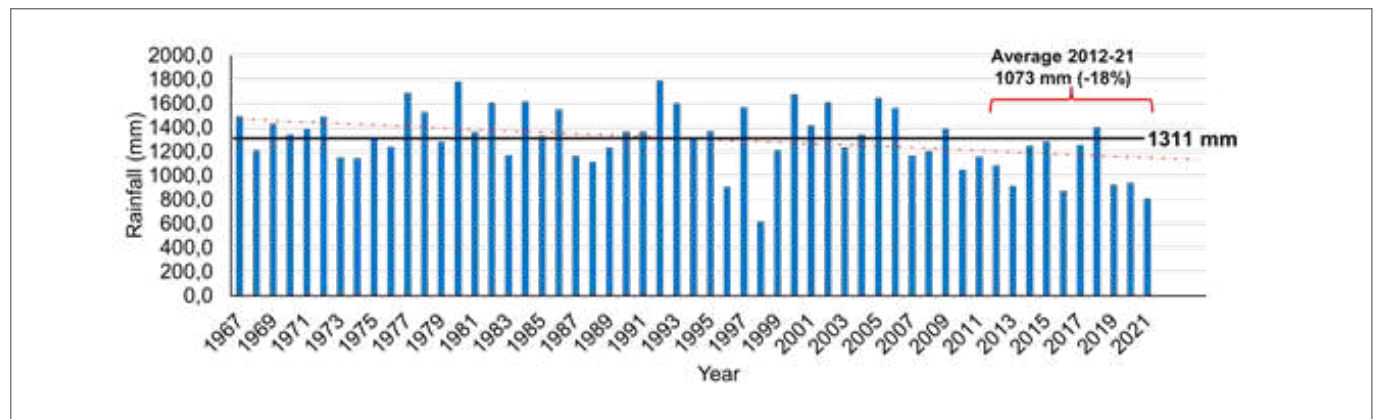


Figura 3. Precipitaciones anuales en el centro de investigación de Carillanca (38°41'S, 72°25'O) a partir de 1967.

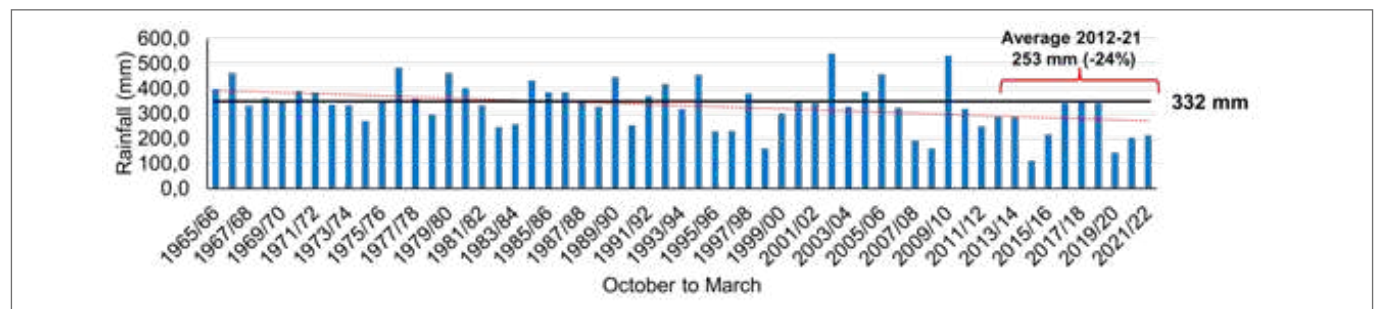


Figura 4. Precipitaciones durante la principal temporada de cultivo (octubre a marzo) a partir de 1965 en el centro de investigación de Carillanca (38°41'S, 72°25'O).

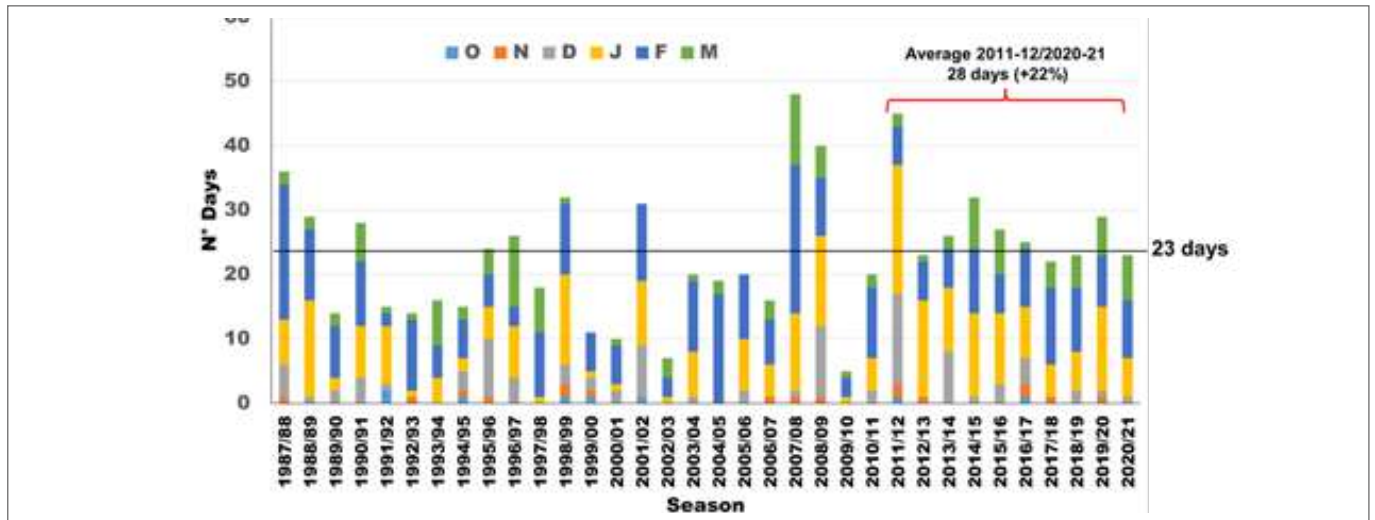


Figura 5. Cantidad de días con temperaturas máximas superiores a 27 °C durante la principal temporada de cultivo (octubre a marzo) a partir de 1965 en el centro de investigación de Carillanca (38°41'S, 72°25'O).

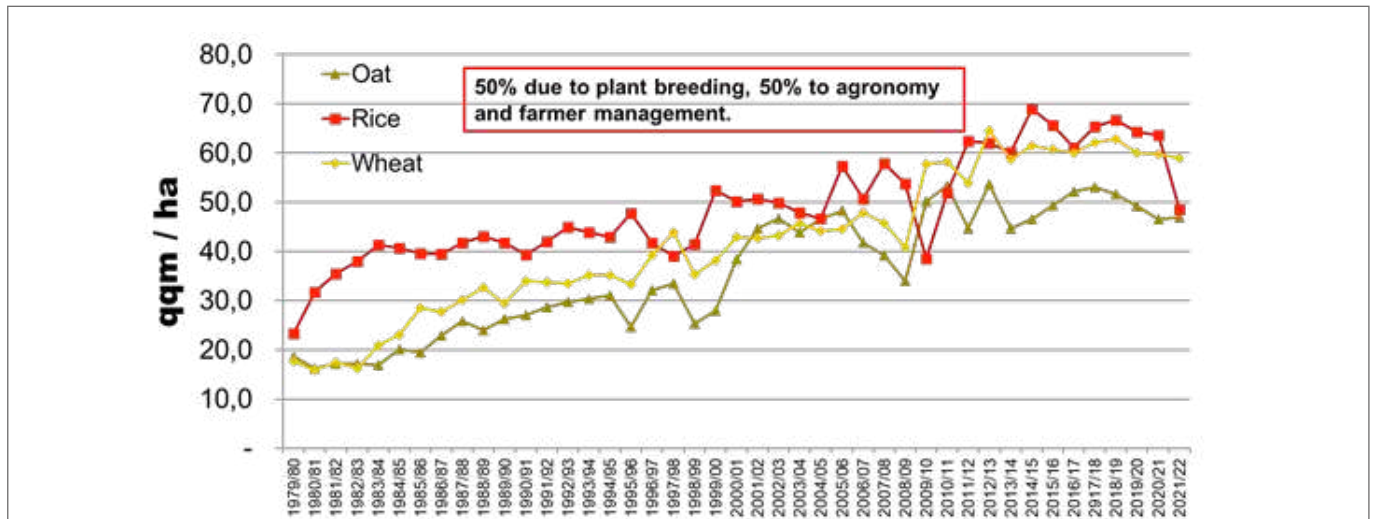


Figura 6. Rendimiento medio nacional de los principales cereales en Chile (Fuente: Adaptado por el autor a partir de ODEPA 2022).

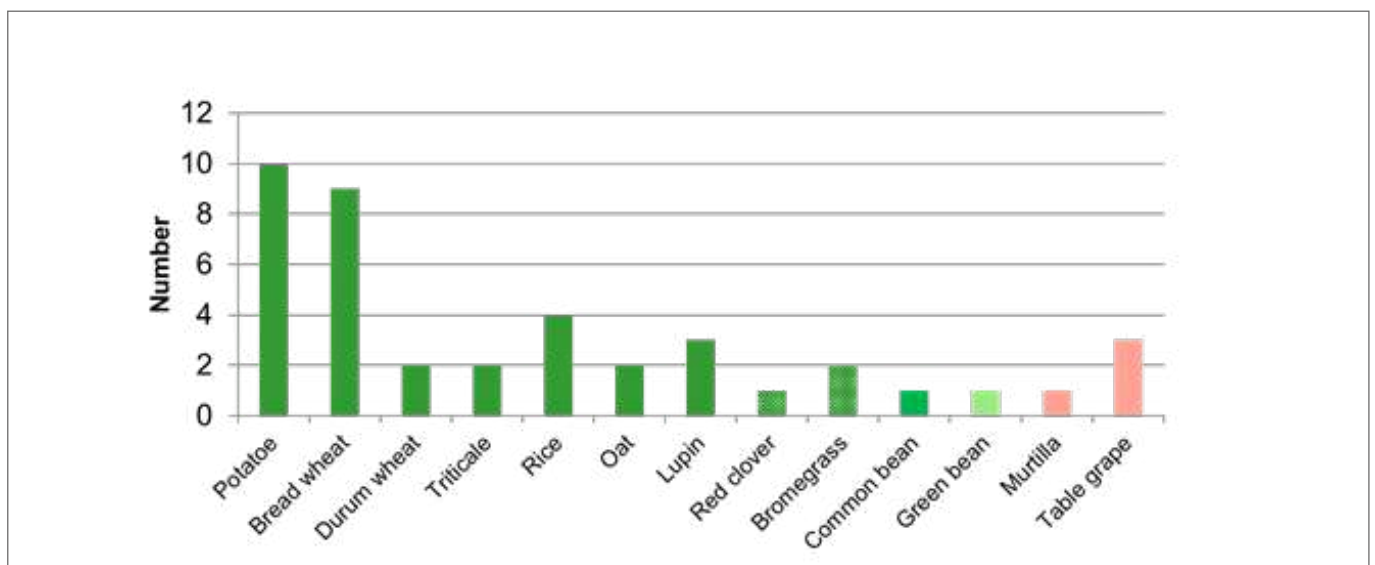


Figura 7. Cantidad de variedades de INIA-Chile por especie, julio 2022 (Fuente: Adaptado por el autor a partir de Servicio Agrícola y Ganadero 2022).

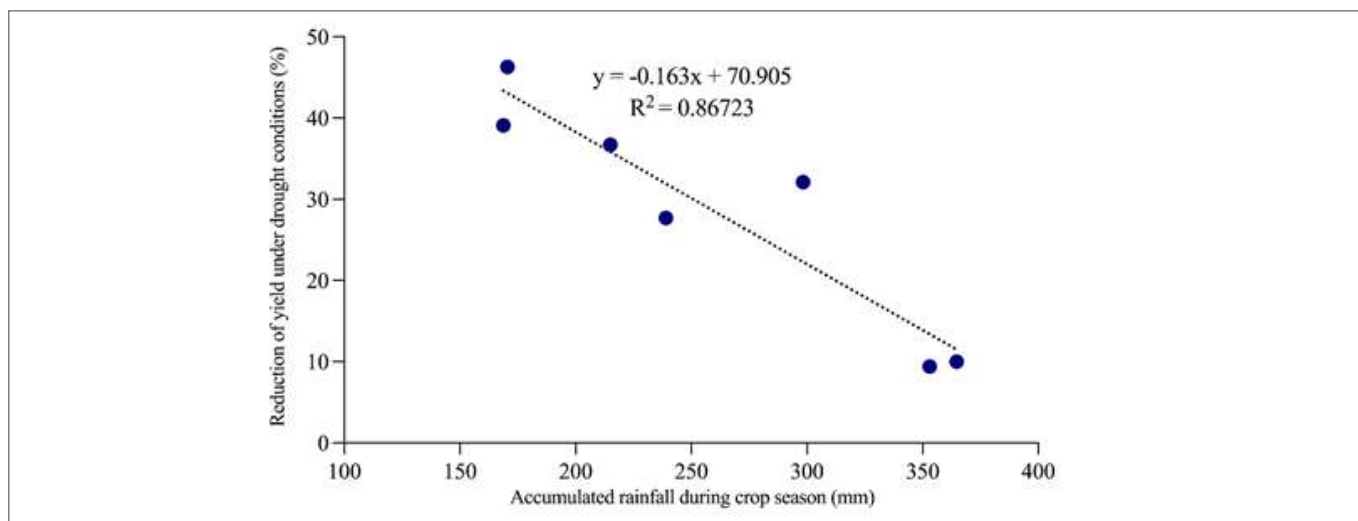


Figura 8. Porcentaje de reducción del rendimiento en condiciones de sequo en comparación con las parcelas de regadío en relación con la precipitación acumulada durante la temporada de cultivo entre las temporadas 2012-2013 y 2019-2020 (Fuente: Martínez et al. 2021).

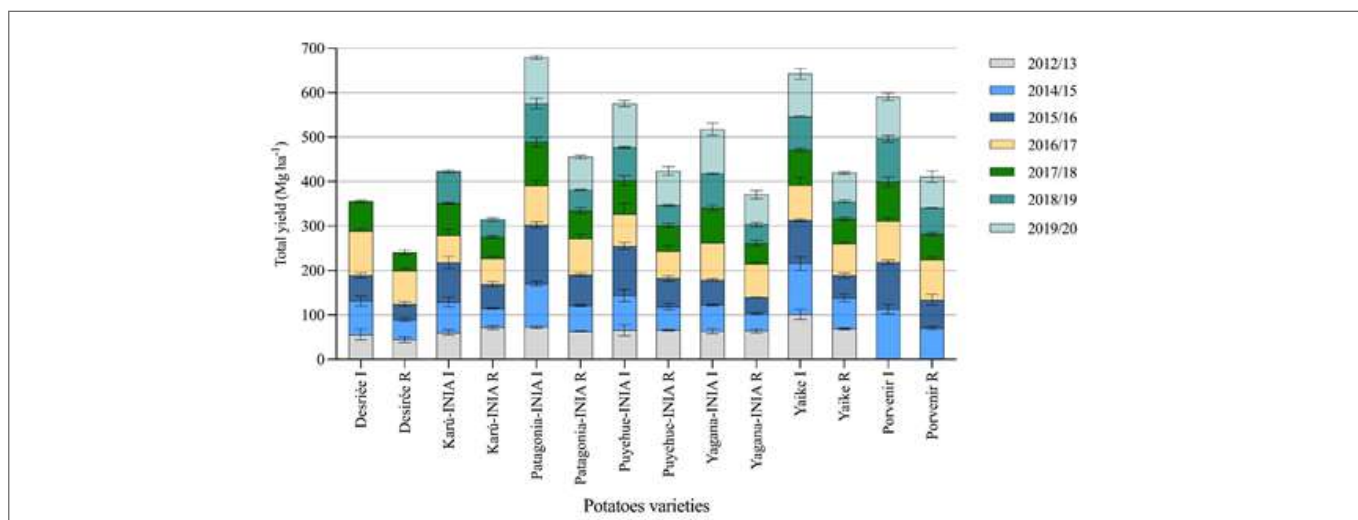


Figura 9. Rendimiento temporal de tubérculos de siete variedades de papa en condiciones de regadío y seco desde la temporada 2012-2013 hasta la temporada 2018-2019 (Desirée y Porvenir con cinco y seis temporadas, respectivamente). Las barras de error indican el error estándar. I = irrigación; R = de seco (Fuente: Martínez et al. 2021).

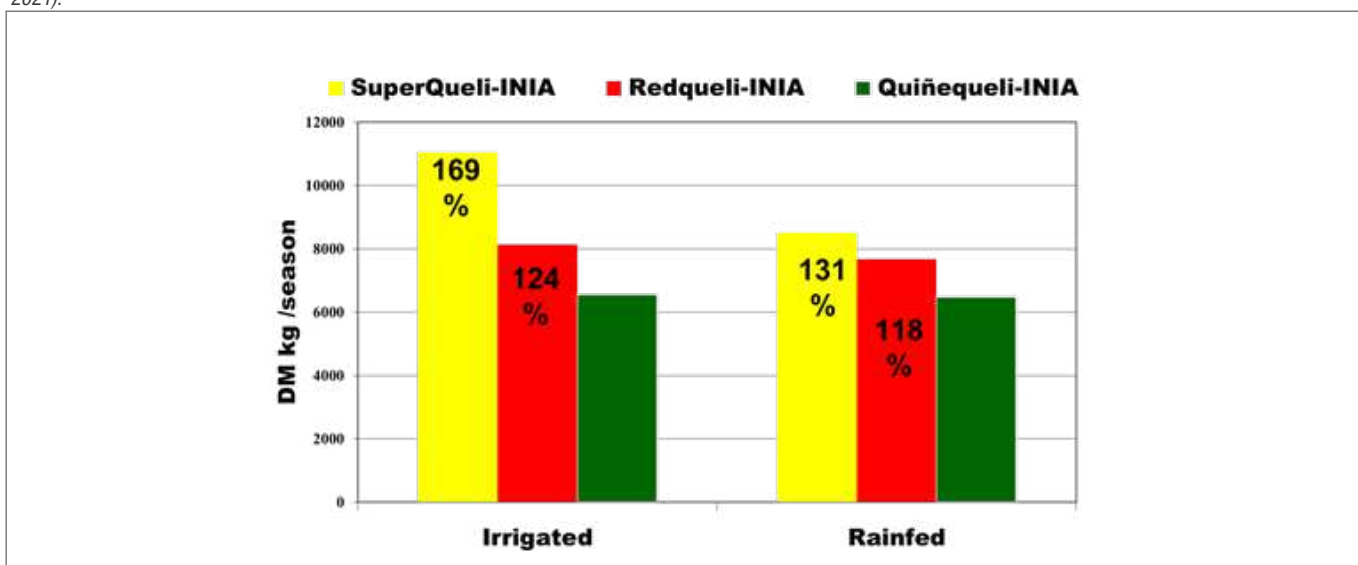


Figura 10. Rendimiento forrajero promedio de las variedades de trébol rojo de INIA en el centro de investigación de Carillanca (38°41'S, 72°25'O) (Fuente: Ortega et al. 2014).

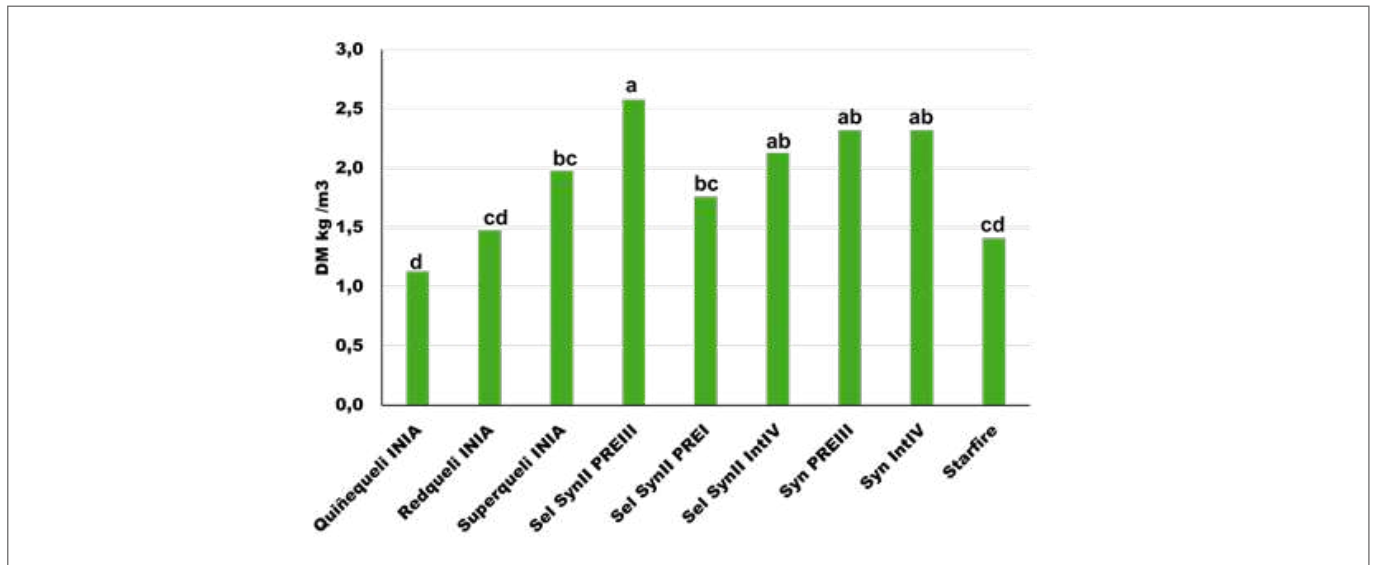


Figura 11. Eficiencia media en el uso del agua de líneas experimentales y variedades de trébol rojo durante dos temporadas en el centro de investigación de Carillanca (38°41'S, 72°25'O) (Fuente: López-Olivari y Ortega-Klose 2020).

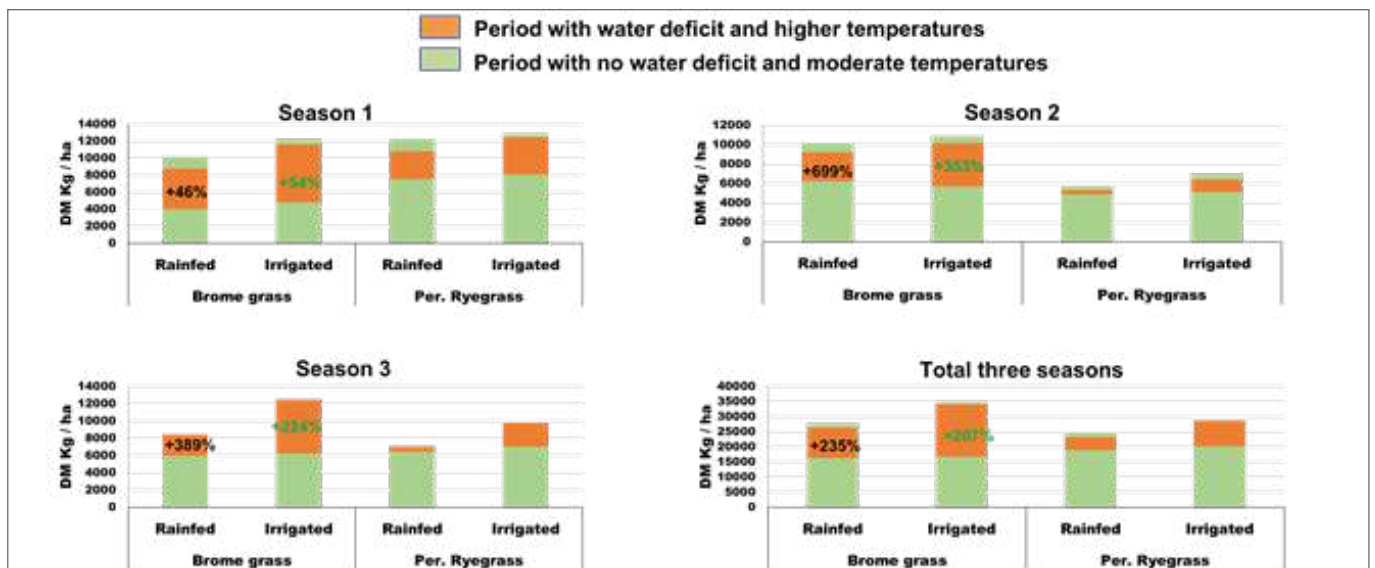


Figura 12. Rendimiento del bromegrass autóctono seleccionado (*Bromus valdivianus*) comparado con el ballico perenne durante tres temporadas (Fuente: Adaptado por el autor a partir de López-Olivari y Ortega-Klose, 2021).

Table 1. Número de variedades en el registro de propiedad chileno (RVP) por grupo de especies, julio de 2022.

| PLANT GROUP | TOTAL | INTRODUCED | CHILEAN | INIA |
|--------------|------------|------------|-----------|-----------|
| FRUIT CROPS | 707 | 672 | 35 | 4 |
| FIELD CROPS | 125 | 72 | 53 | 33 |
| ORNAMENTAL | 45 | 44 | 1 | 0 |
| VEGETABLES | 19 | 18 | 1 | 1 |
| FORAGES | 11 | 8 | 3 | 3 |
| FORESTRY | 10 | 8 | 2 | 0 |
| ORNAMENTAL | 45 | 44 | 1 | 0 |
| TOTAL | 917 | 822 | 95 | 41 |

Fuente: Adaptado por el autor a partir de Servicio Agrícola y Ganadero 2022.

REFERENCIAS

López-Olivari, R. and Ortega-Klose, F. (2020) Response of red cover to deficit irrigation: dry matter yield, populations, and irrigation water use efficiency in southern Chile. *Irrigation Science* 39: 173–189. DOI: 10.1007/s00271-020-00693-0

López-Olivari, R.; Ortega-Klose, F. (2021). Perennial forage grasses response to deficit irrigation as an alternative for water-limited conditions of southern Chile. XXIV International Grassland Congress/XI International Rangeland Congress. 4p.


Martínez, I., Muñoz, M., Acuña, I. and Uribe, M. (2021). Evaluating the drought tolerance of seven potato varieties on volcanic ash soils in a medium-term trial. *Frontiers in Plant Science*, DOI: 10.3389/fpls.2021.693060

Oficina de estudios y políticas agrarias (ODEPA), Chile.(2022). Estadísticas productivas. <https://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/estadisticas-productivas>

Ortega, F., Parra, L. and Quiroz, A. (2014) Breeding red clover for improved persistence in Chile: a review. *Crop & Pasture Science*. DOI: 10.1071/CP13323

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Chile. (2022). Estadísticas. <https://www.sag.gob.cl/ambitos-de-accion/estadisticas-1>

Vortrag auf dem Seminar





INIA
Instituto de Investigaciones Agropecuarias

ADVANCES IN THE DEVELOPMENT OF NEW VARIETIES BETTER ADAPTED TO CLIMATE CHANGE IN CROPS AND FORAGES: A SOUTH AMERICAN PERSPECTIVE

UPOV SEMINAR, OCT.'2022


Dr. Fernando Ortega Klose
fortega@inia.cl



INIA
Instituto de Investigaciones Agropecuarias

INIA IS THE MAIN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE IN CHILE, WHICH BELONGS TO THE MINISTRY OF AGRICULTURE

- ▶ INIA was established in 1964.
- ▶ National coverage throughout its 10 regional research centers , experimental centers, technical offices, labs and gene banks.



O.T.: Oficina Técnica
C.E.: Centro Experimental

O.T. de Osorno
C.E. Vicuña
C.E. Husco
C.E. Cauquenes
C.E. de la Pampa
O.T. de Chaapa
C.E. Los Tilos
C.E. Santa Rosa
C.E. de Human
O.T. de Limari
C.E. Huidango
O.T. de Los Rios
C.E. de Butalcura
O.T. de Chile Chico
INIA La Cruz
INIA Rayentué
INIA Intihuasi
INIA La Pizena
INIA Quilamapu
INIA Remehue
INIA Carilanca
INIA Raihuén
INIA Nacional (Dirección)
INIA Tamei Aike
INIA Kampenaike



GEOGRAPHY AND CLIMATES

- **5.1 million ha.** of arable land in a territory of 75 million ha.
- Population: **17,248,450** (13% rural)

Southern Hemisphere: off-season Agricultural production

Outstanding sanitary conditions: **Fitosanitary Island**



North: Desert

West: Pacific Ocean

East: Andean Mountain Range

South: Southern Ice

Diversity of climates: **diversity of production**



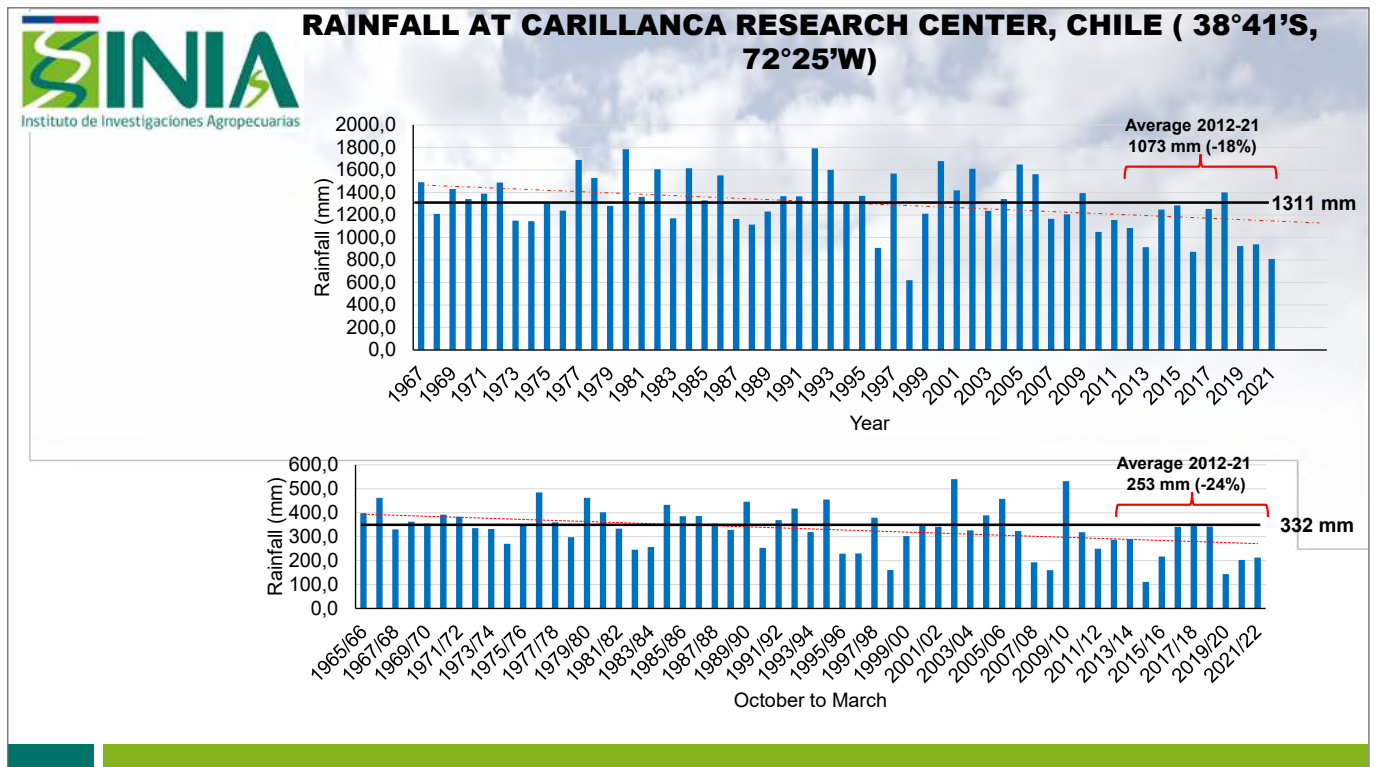
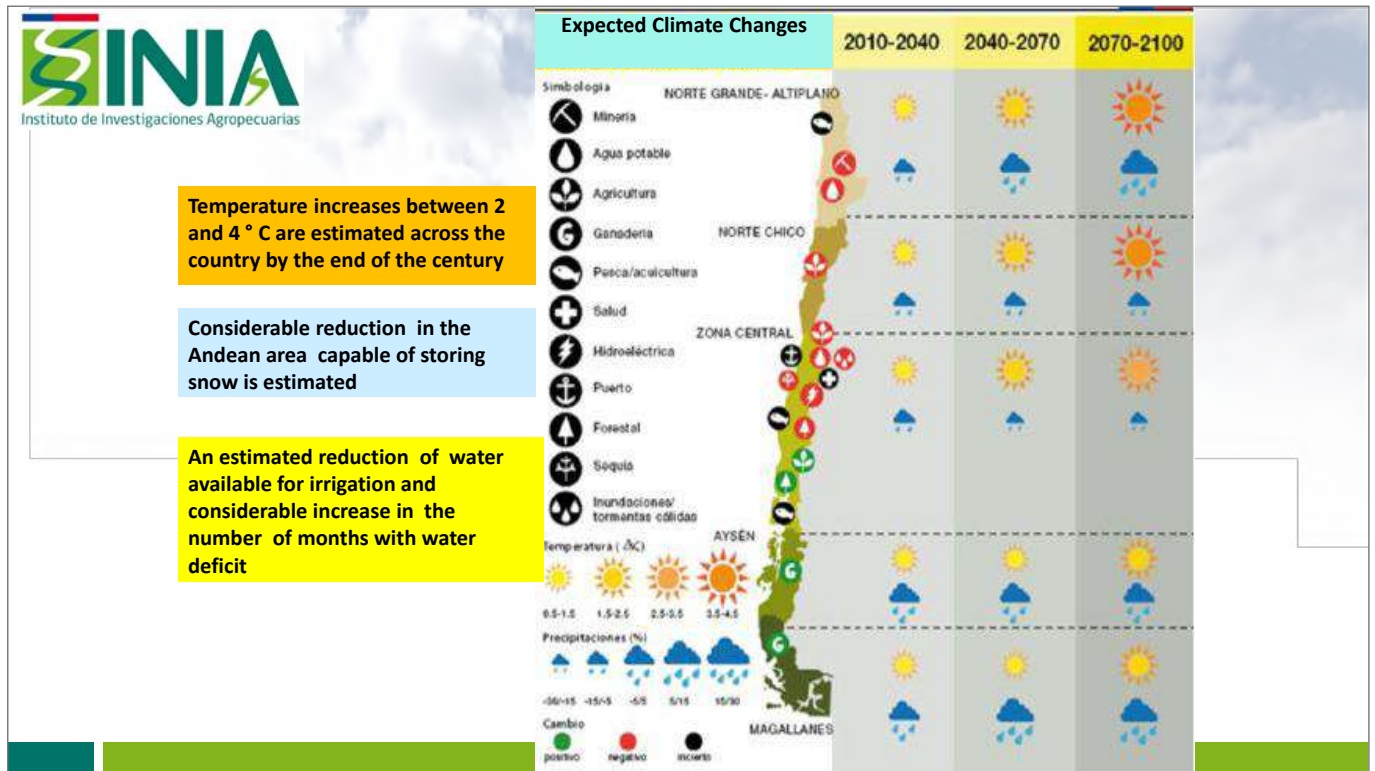
NUMBER OF VARIETIES IN THE CHILEAN RVP BY ORIGIN (July 2022)

MOST VARIETIES ARE INTRODUCED

AGRONOMIC EVALUATION OF VARIETIES IS NOT COMPULSARY IN CHILE

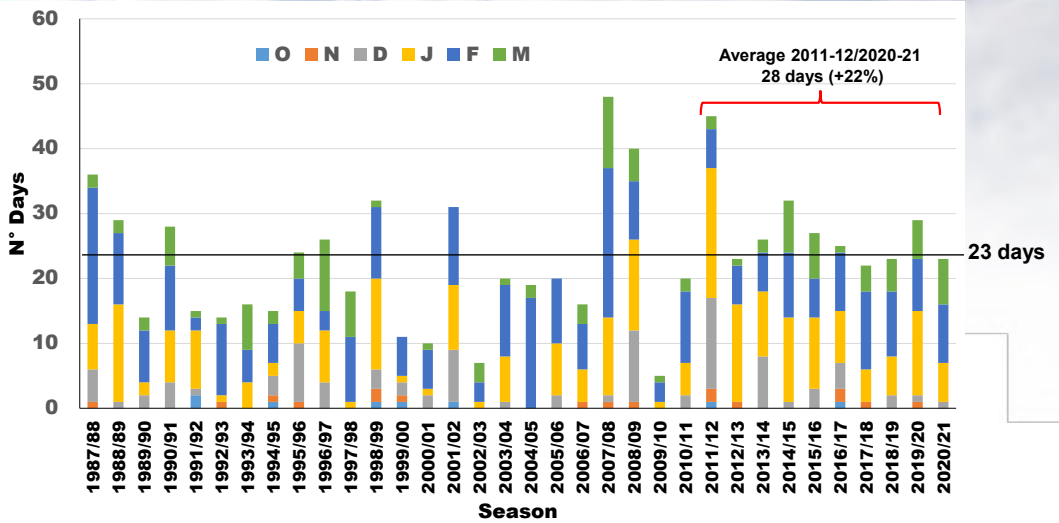
| PLANT GROUP | TOTAL | INTRODUCED | CHILEAN | INIA |
|--------------|------------|------------|-----------|-----------|
| FRUIT CROPS | 707 | 672 | 35 | 4 |
| FIELD CROPS | 125 | 72 | 53 | 33 |
| ORNAMENTAL | 45 | 44 | 1 | 0 |
| VEGETABLES | 19 | 18 | 1 | 1 |
| FORAGES | 11 | 8 | 3 | 3 |
| FORESTRY | 10 | 8 | 2 | 0 |
| ORNAMENTAL | 45 | 44 | 1 | 0 |
| TOTAL | 917 | 822 | 95 | 41 |

Source: Adapted from Servicio Agrícola y Ganadero (Chile) information.

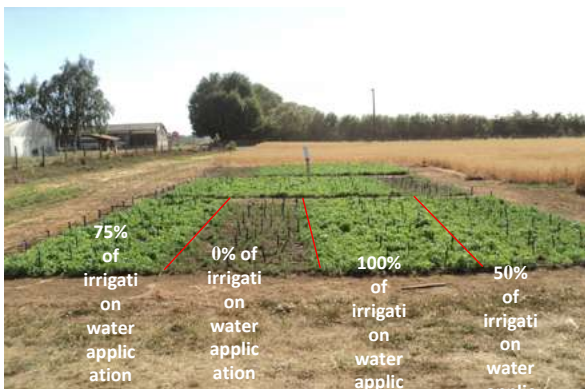




NUMBER OF DAYS WITH MAXIMUM TEMPERATURES ABOVE 27°C. CARILLANCA RESEARCH CENTER, CHILE (38°41'S, 72°25'W)



SCREENING OF ADVANCED LINES FOR WATER STRESS (WHEAT, OAT, RICE, FORAGES, POTATOES, MURTILLA, QUINOA, LUPIN..)

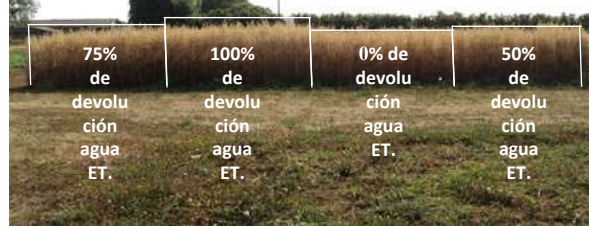


75% of irrigation water application

0% of irrigation water application

100% of irrigation water application

50% of irrigation water application

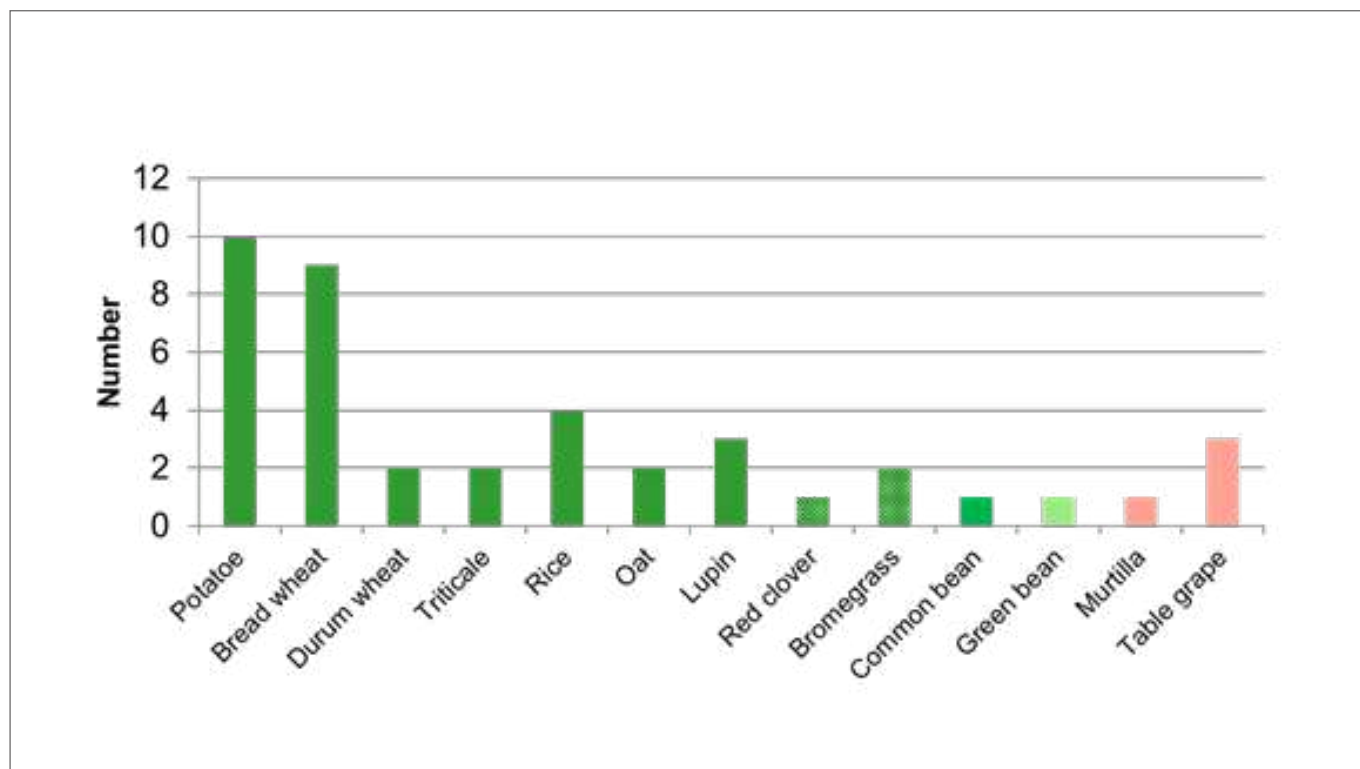
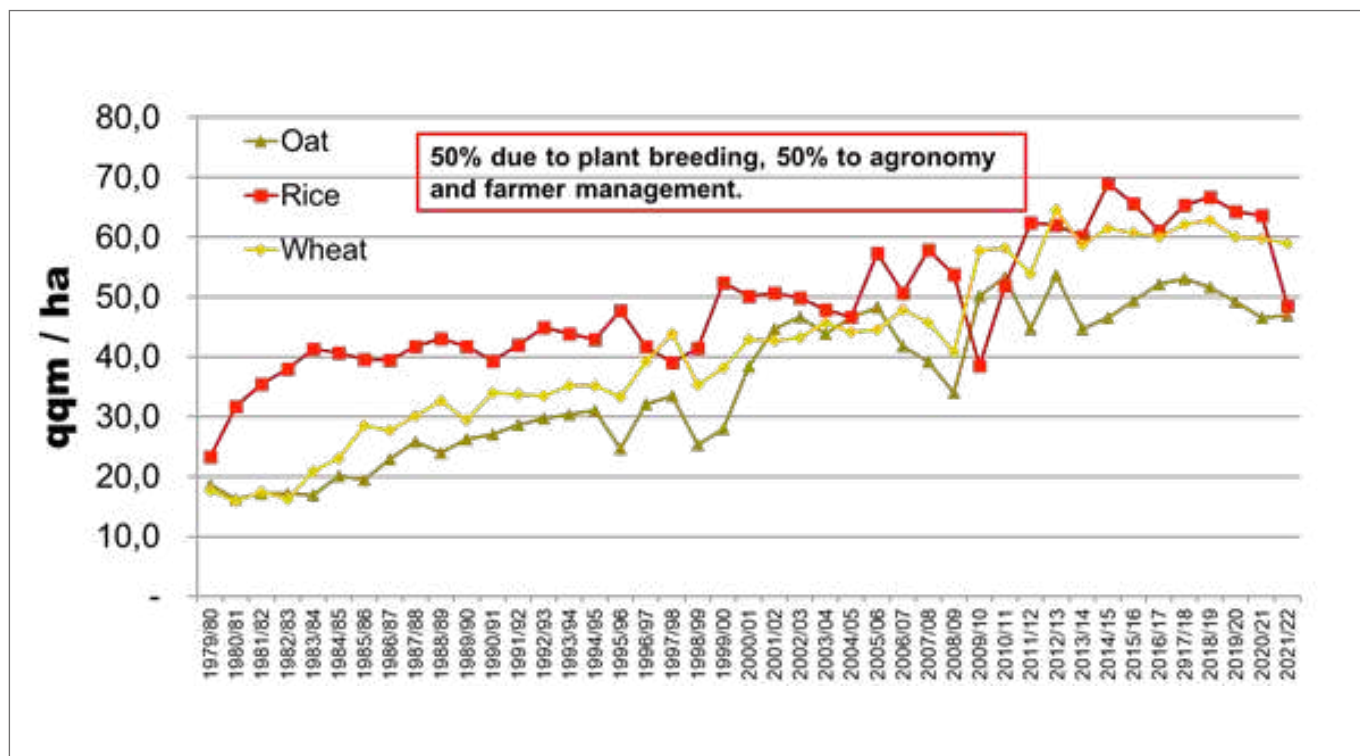


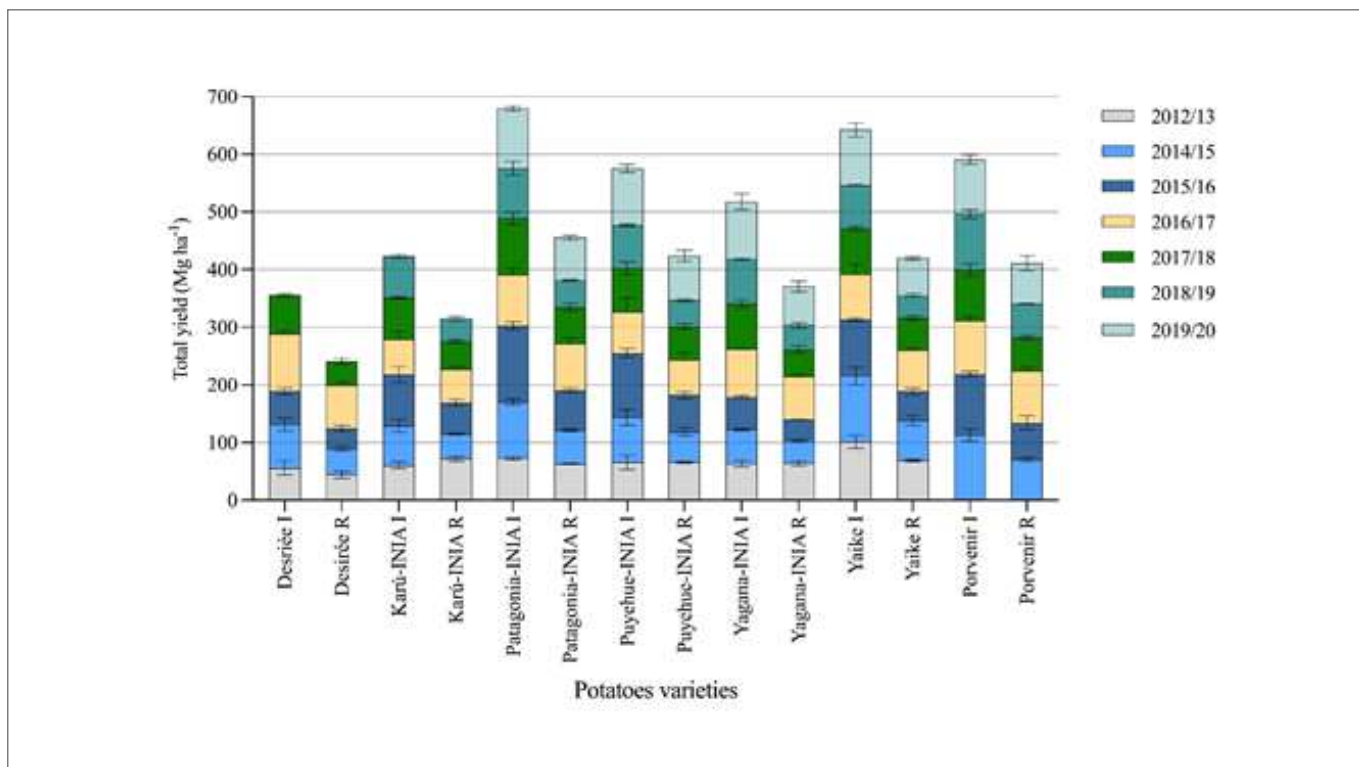
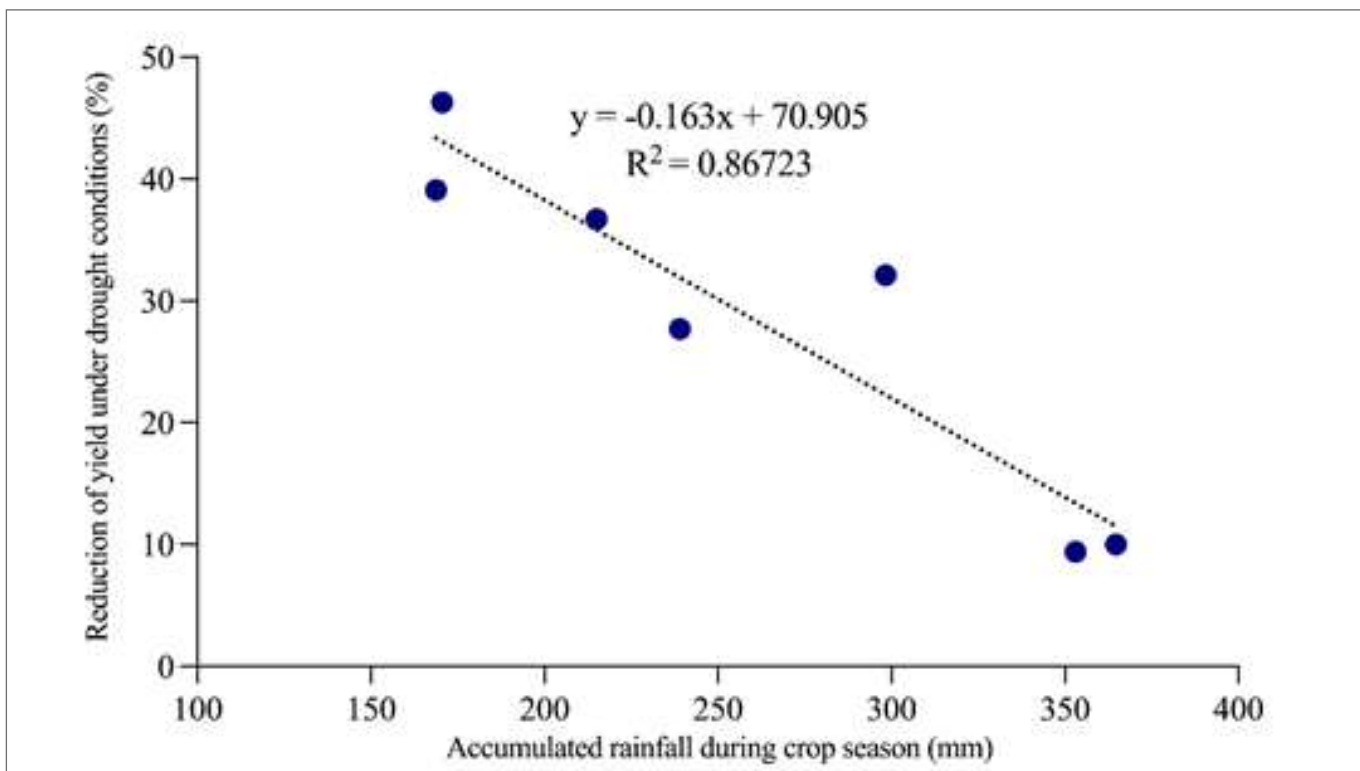
75% de devolución agua ET.


100% de devolución agua ET.

0% de devolución agua ET.

50% de devolución agua ET.






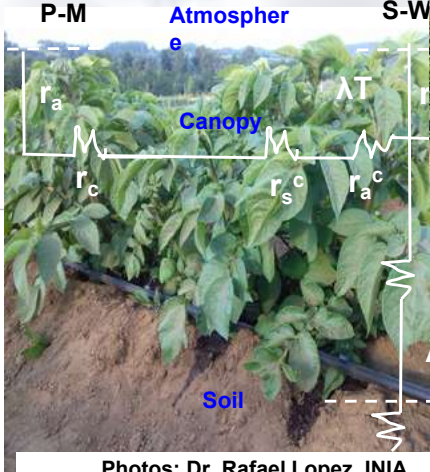


INIA
Instituto de Investigaciones Agropecuarias


ROOT PHENOTYPING AND PHYSIOLOGICAL EVALUATION




Photos: Dr. Luis Inostroza, INIA.



Photos: Dr. Rafael Lopez, INIA.





INIA
Instituto de Investigaciones Agropecuarias




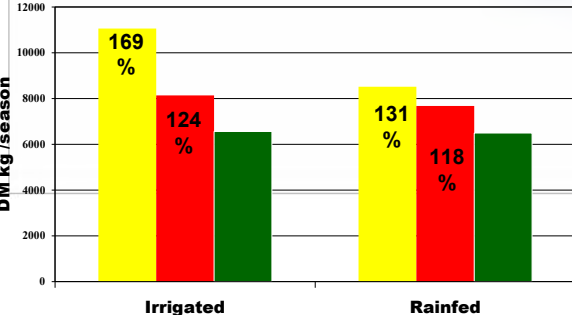




Fig. 11

AVERAGE FORAGE YIELD OF RED CLOVER AT CARILLANCA STATION

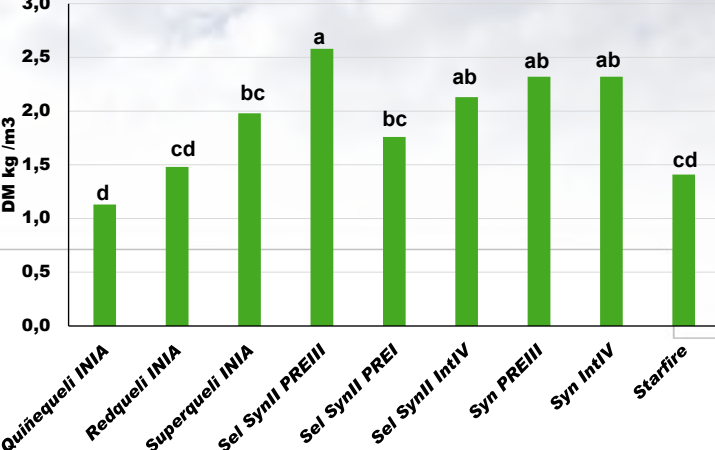
■ SuperQueli-INIA ■ Redqueli-INIA ■ Quiñequeli-INIA



| Condition | SuperQueli-INIA (%) | Redqueli-INIA (%) | Quiñequeli-INIA (%) |
|-----------|---------------------|-------------------|---------------------|
| Irrigated | 169 | 124 | ~6500 |
| Rainfed | 131 | 118 | ~6500 |

Fig. 10

WATER USE EFFICIENCY IN TWO GROWING SEASONS



| Red Clover Variety | DM kg/m ³ |
|--------------------|----------------------|
| Quiñequeli INIA | ~1.1 (d) |
| Redqueli INIA | ~1.5 (cd) |
| Superqueli INIA | ~2.0 (bc) |
| Sel SynII PREIII | ~2.6 (a) |
| Sel SynII PREI | ~1.8 (bc) |
| Sel SynII IntIV | ~2.1 (ab) |
| Syn PREIII | ~2.3 (ab) |
| Syn IntIV | ~2.3 (ab) |
| Starfire | ~1.4 (cd) |

Adapted from: Fernando Ortega, Leonardo Parra, and Andrés Quiroz. 2014. Breeding red clover for improved persistence in Chile: a review. *Crop & Pasture Science*. DOI: 10.1071/CP13323

Adapted from R.López-Olivari and F.Ortega-Klose. 2020. Response of red cover to deficit irrigation: dry matter yield, populations, and irrigation water use efficiency in southern Chile. *Irrigation Science*, DOI: 10.1007/s00271-020-00693-0



THE LONG WAY TO BREED THE FIRST TWO CHILEAN BROMUS VALDIVIANUS VARIETIES



Collection (1994-96)



Charac., evaluation and selection (1998-2001)



Breeder seed increase (2001-2002)



Evaluation, cutting-grazing (2001-2007)



Commercial seed production

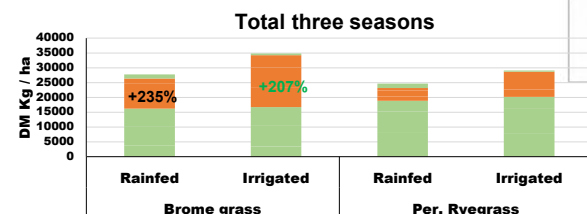
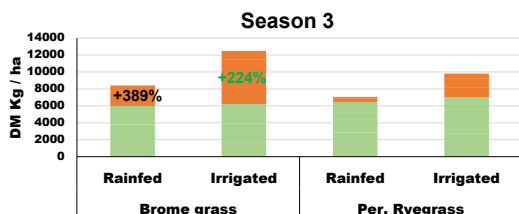
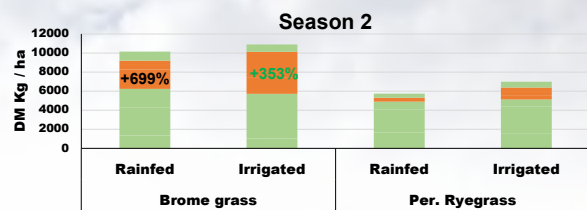
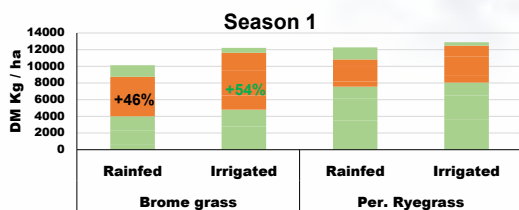


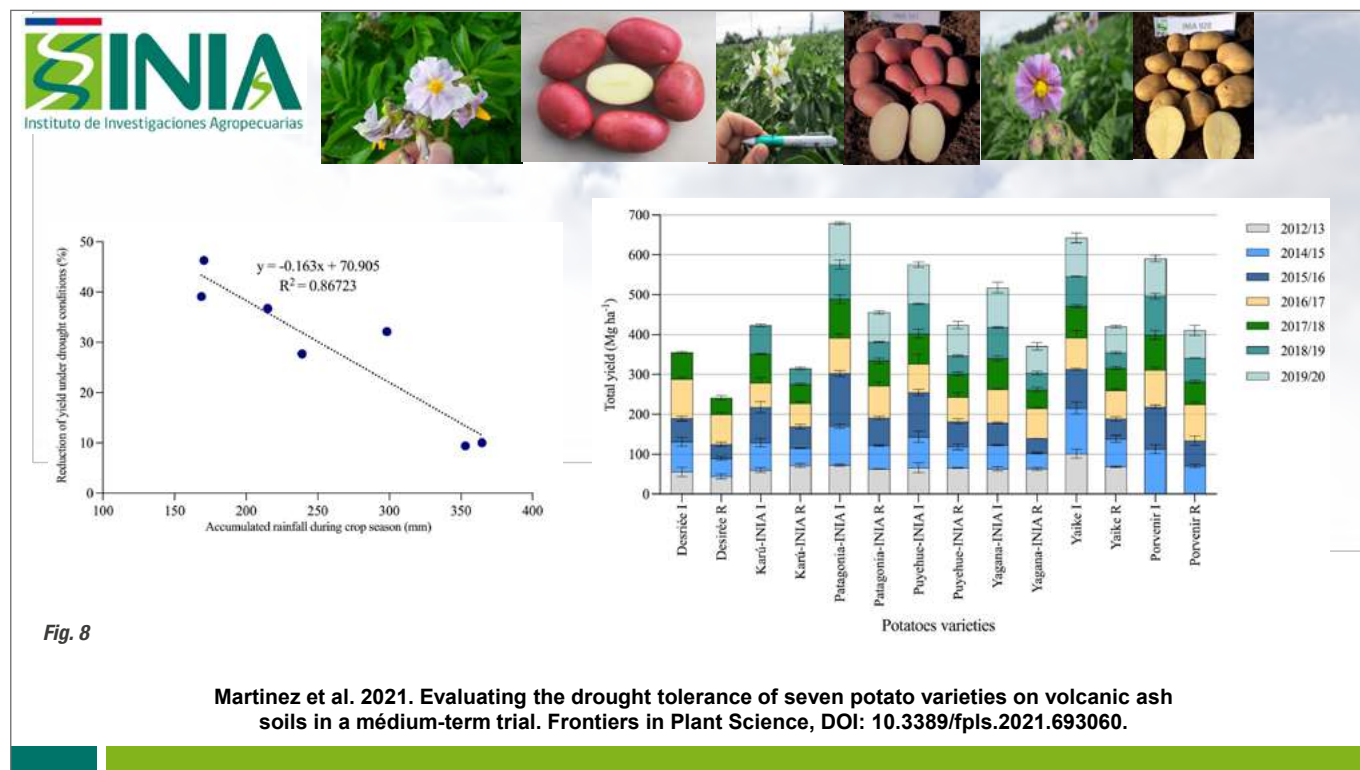
Farmer's utilization



PERFORMANCE OF A SELECTED NATIVE BROME GRASS CULTIVAR, COMPARED TO PERENNIAL RYEGRASS DURING THREE GROWING SEASONS

- Period with water deficit and higher temperatures
- Period with no water deficit and moderate temperatures





FINAL REMARKS

- **Plant breeding is essential for adaptation to climate change.**
- **For this purpose, it is fundamental to strengthen national breeding for local adaptation.**
- **Even with the incorporation of new techniques, “breeding time” requires a medium to long term vision and budget.**

PROGRAMA DE MEJORAMIENTO PARA MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LAS PRESIONES AMBIENTALES EN LOS CULTIVOS

Sr. Dave Bubeck

Director de investigaciones, Corteva (Estados Unidos de América)

Gracias a todos los organizadores de este seminario de la UPOV tan ambicioso sobre las áreas críticas del fitomejoramiento, la protección de la propiedad intelectual del germoplasma y el aprovechamiento de las tecnologías para la mejora de los cultivos a fin de mitigar los cambios del entorno.

Diapositiva n.º 2

Comenzaré estableciendo el contexto de las raíces de la parte de productos de semillas de la empresa Corteva Agriscience, anteriormente Pioneer Hi-Bred International, y reconoceré uno de los esfuerzos de mejoramiento del maíz más prolongado del mundo, con más de un siglo de mejoramiento del maíz que se remonta a Henry A. Wallace. He compartido la primera correspondencia escrita entre Henry A. Wallace, fundador de Pioneer Hi-Bred y con el tiempo Vicepresidente de los Estados Unidos de América, y el primer obtentor de maíz que contrató, Raymond Baker. El Sr. Baker le preguntó al Sr. Wallace si estaría dispuesto a obtener algunas semillas de manera endogámica para hacer cruces híbridos, y el Sr. Wallace respondió positivamente que lo haría y le proporcionó las primeras instrucciones de lo que necesitaría hacer para establecer un campo aislado para crear semillas híbridas con 30-40 hembras diferentes que se cruzarían aisladamente con un progenitor macho común. Esa fue la primera correspondencia escrita que plantó las semillas de una larga relación entre Henry A. Wallace, Raymond Baker y Pioneer Hi-Bred.

Hoy abordaré las siguientes áreas:

- 1) un breve resumen sobre el impacto del mejoramiento del maíz en los sectores público y privado de EE. UU.;
- 2) métodos y prácticas para llevar a cabo programas de fitomejoramiento eficaces en entornos cambiantes;
- 3) ejemplo y potencial de las tecnologías de edición del genoma.

Diapositiva n.º 3

Una forma de ilustrar las mejoras del fitomejoramiento y las prácticas de gestión de cultivos es visualizar la superficie de cultivo adicional que sería necesaria para producir la cosecha de maíz de EE. UU. al volumen total de granos proveniente del año de producción 2021, de acuerdo con los niveles de rendimiento reales en un año determinado. Las barras verticales negras del gráfico representan el número real de acres cosechados en un año determinado, y las barras grises representan los acres adicionales que habrían sido necesarios para producir la cantidad total de granos de maíz producida en 2021. Para señalar un solo año en este gráfico, en 1931 los niveles medios de rendimiento del grano de maíz fueron, en promedio, de 27,8 bu/A. Con este nivel de productividad, se habrían necesitado más de 600 millones de acres (más del 25 % de toda la superficie de EE. UU.) para producir la cosecha de maíz de 2021 con el rendimiento medio de 1931. Estos tremendos aumentos del rendimiento a lo largo del tiempo demuestran las mejoras en genética, la estabilidad del rendimiento en distintos entornos y la mejora general de las prácticas de gestión agrícola.

Diapositiva n.º 4 - Algunos aspectos fundamentales del éxito de los programas de fitomejoramiento perduran en el tiempo. Se necesita un banco de germoplasma, o un conjunto de entidades genéticas, como material de partida para los obtentores. La creación de cruces de mejoramiento entre progenitores en este banco de germoplasma marca el inicio del ciclo de mejoramiento. Para que un programa de fitomejoramiento tenga éxito, es necesario tomar varias decisiones. La capacidad de evaluar los nuevos resultados del mejoramiento con precisión y exactitud, ya que se realizan pruebas en un conjunto de entornos predictivos, y los entornos deben ser predictivos o estimables de entornos futuros para que la selección de productos comerciales tenga éxito. El resultado de este proceso de mejoramiento crea un banco de germoplasma refinado y, con suerte, mejorado. Al llevar a cabo programas de fitomejoramiento a largo plazo, el banco de germoplasma debe contener la varianza genética que permita la selección para los entornos en los que se cultivará el producto. Siempre que exista suficiente variación genética, es posible mitigar la presión del cambio climático a lo largo del tiempo. En Corteva, hemos tenido datos durante muchas décadas, conocidos como los estudios ERA/Decade, que indican que, al menos para el mejoramiento del maíz en los últimos 50 años, hemos tenido suficiente variación para seleccionar mejores rendimientos a pesar de los entornos cambiantes.

Diapositiva n.º 5

La variación genética es esencial para seguir obteniendo ganancias genéticas y mejorar el rendimiento de los cultivos. La expectativa y los resultados de cualquier programa de fitomejoramiento a lo largo del tiempo, al seleccionar el mejor rendimiento de unos pocos y descartar la mayoría de los recombinantes genéticos, es una disminución de la diversidad genética y, en última instancia, de la variación. Por lo tanto, una estrategia de mejoramiento debe incluir la consideración de cómo crear una variación genética favorable adicional, ya sea aportando germoplasma adicional a un programa de fitomejoramiento o aprovechando algunas tecnologías que puedan crear una variación adicional.

Diapositiva n.º 6

Esta larga lista de rasgos del maíz que representan las necesidades de los productores y los usuarios finales ilustra los desafíos a los que se enfrenta un obtentor en una selección de varios rasgos. La ganancia genética para cualquiera de estos rasgos requiere una variación favorable, entornos de selección en los que la expresión del rasgo pueda probarse con precisión y una respuesta eficaz a la selección a largo plazo. Los programas de fitomejoramiento y los obtentores deben tener paciencia y ajustar los objetivos de mejoramiento a medida que las presiones medioambientales cambian con el tiempo. El aprovechamiento de tecnologías que pudieran proporcionar un rendimiento de rasgo suficiente para permitir al obtentor eliminar ese rasgo como objetivo de selección reduciría la complejidad de su desafío de selección altamente cuantitativo.

Diapositiva n.º 7

Quiero dar un ejemplo actual de nuestros esfuerzos para aprovechar las CRISPR/la edición del genoma con el fin de controlar enfermedades multigénicas. Este esfuerzo se lleva a cabo mediante el aprovechamiento de genes nativos de maíz, y puede dirigirse a cualquier endogamia e híbrido genético base que tenga un rendimiento comercial deseado para el rendimiento del grano y otros rasgos.

Diapositiva n.º 8

Este esfuerzo genético nativo para el control de enfermedades utiliza las CRISPR y aprovecha una solución para múltiples rasgos de enfermedades y, específicamente, para cuatro rasgos enumerados en este ejemplo: NLB, roya S., GLS y pudrición por antracnosis del tallo. La reubicación de varios genes de enfermedades por rasgo proporciona durabilidad de la resistencia y probablemente permite a los obtentores poner más intensidad de selección en el resto del genoma, que permite una mayor intensidad de selección para el resto del genoma.

Diapositiva n.º 9

La edición del genoma podría proporcionar oportunidades para ir más allá de las técnicas actuales de fitomejoramiento y superar los rangos actuales de variación de rasgos. Los reordenamientos cromosómicos pueden aumentar el potencial para cambiar los fenotipos y “desbloquear” la variación genética existente que no puede aprovecharse debido a la falta de recombinación (<https://www.nature.com/articles/s41477-020-00817-6>). Utilizar la reubicación de genes para permitir la ubicación conjunta de varios rasgos nativos puede liberar grandes porciones del genoma para mejorar el mantenimiento de la diversidad genética y la selección de rasgos favorables adicionales. En un futuro próximo, las ediciones múltiples y simultáneas de numerosos rasgos pueden aumentar la tasa de ganancia genética más allá de lo que ha sido históricamente posible.

Diapositiva n.º 10

Numerosos logros de la ciencia, la tecnología y la ingeniería han contribuido a la productividad del rendimiento de los cultivos, incluidos los viveros fuera de temporada/continuos, los marcadores moleculares/secuenciación de ADN, los equipos automatizados de siembra y cosecha para investigación, los rasgos de OMG, los análisis mejorados, los entornos gestionados para parcelas de investigación, las predicciones genómicas y los haploides duplicados. ¿Qué tecnologías adicionales se añadirán en los próximos 50 años? Creo que los fundamentos del fitomejoramiento, como desafío biológico y de ingeniería multidisciplinar, seguirán siendo esenciales para alimentar a una población mundial en crecimiento. Predigo que las CRISPR/la edición del genoma figurarán en la lista de logros o, sin duda alguna, de alguna forma de tecnología precisa que impulse varios cambios genómicos que contribuyan a mejorar el rendimiento de los cultivos. Sin embargo, es imperativo que los países establezcan políticas que permitan utilizar tecnologías como la edición del genoma.

Diapositiva n.º 11

Puntos clave del resumen

- 1) Continuar con el fitomejoramiento, aprovechando todas las tecnologías que contribuyan a mejorar el rendimiento de los cultivos.
- 2) La variación genética es esencial para alcanzar los objetivos de mejoramiento.
- 3) El fitomejoramiento requiere selección a largo plazo, paciencia y ajustar los objetivos de mejoramiento a medida que cambian las presiones medioambientales.
- 4) Los métodos de edición del genoma tienen potencial para crear una variación adicional y necesaria para lograr futuros cambios medioambientales.
- 5) Los avances para minimizar o eliminar el estrés biótico y abiótico permiten aumentar la heredabilidad y la eficacia de la selección para mejorar el rendimiento de los granos.

Vortrag auf dem Seminar



Breeding programs to mitigate climate change and environment pressures on crops

Dave Bubeck, Research Director – Seed Product Development, Corteva Agriscience

UPOV - Seminar on the role of plant breeding and plant variety protection in enabling agriculture to mitigate and adapt to climate change

October 11, 12, 26; 2022

File under seed corn Requests

S. D. Station A.
Ames, Iowa
March 7, 1926

H.A. Wallace
Des Moines
Iowa

Dear Mr. Wallace

At the corn show last February, you said that if I would write to you along in time you might be able to let me have some inbred corn to cross and enter in the Corn Yield Contest. So I am writing you in hopes that you will have some to spare.

I am a sophomore Farm, Crop, and Soil student at Ames, so naturally very much interested in corn. We do it best when crossing corn to use the paper sack method, so as to cross on both parents; or just cut the tassels off of one strain. I am going to school at Ames, but would want any corn sent here to Beaconsfield, Iowa. You can either send it C.O.D. or let me know what the postage is.

Thanking you in advance, I remain,

*Yours truly,
Raymond Baker*

Beaconsfield, Iowa
July 15, 1926

Mr. H.A. Wallace
Des Moines, Iowa

Dear Mr. Wallace:

Our corn is doing fine, and I am having a lot of fun pulling out the tassels. I have already pulled out about half the tassels. Some of the mother parents are so tall (over 8 ft) that I need a step-ladder to reach the tassels.


I think I can send you some inbred strains of corn all right, but before sending them I would like to know just what kind of a plot you have. Do you have a half acre which is at least 300 feet away from any other corn, where there would not be much chance for pollen from other corn coming in on it? If so, I would suggest that you use the detasseling method. I would send you one sort to use as a male parent and thirty or forty other sorts to use as female parents. I would want you to plant about twenty hills each of these different combinations and enter them in the Iowa Corn Yield Contest in the spring of 1927. We can enter these combinations in the name of Baker and Wallace if you so desire.

If you take on this project, you will of course have to arrange to plant the corn with some care so you know in which row each of the different strains is planted, and then in July you will have to arrange to pull the tassels out every day, and in late September or early October you will have to harvest the different sorts and label them. It is quite a little job.

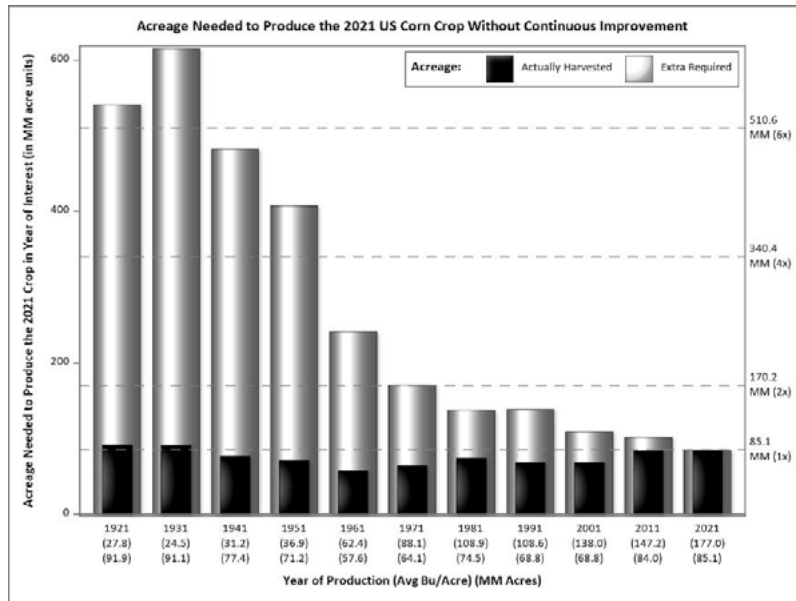
Write me further on the matter as to just how you want to go ahead with this proposition. If you happen to be coming down to Des Moines at any time, let me know in advance and drop around to the office.

H.A. Wallace
MR

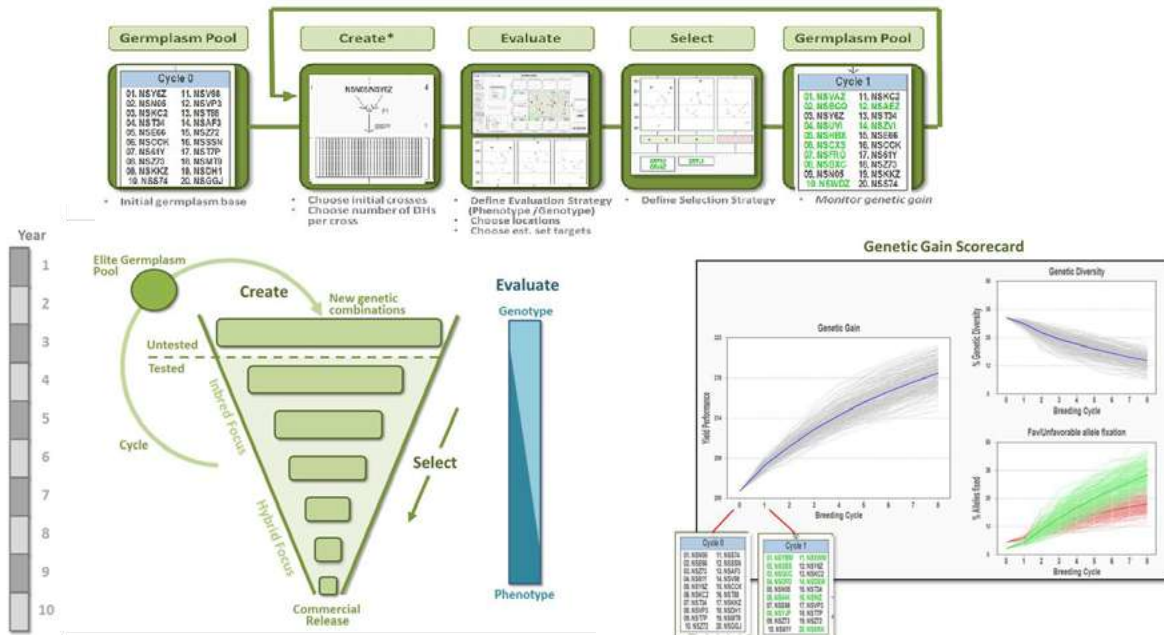
Sincerely yours,
RAYMOND BAKER



Acreage impact of corn breeding and improved management practices

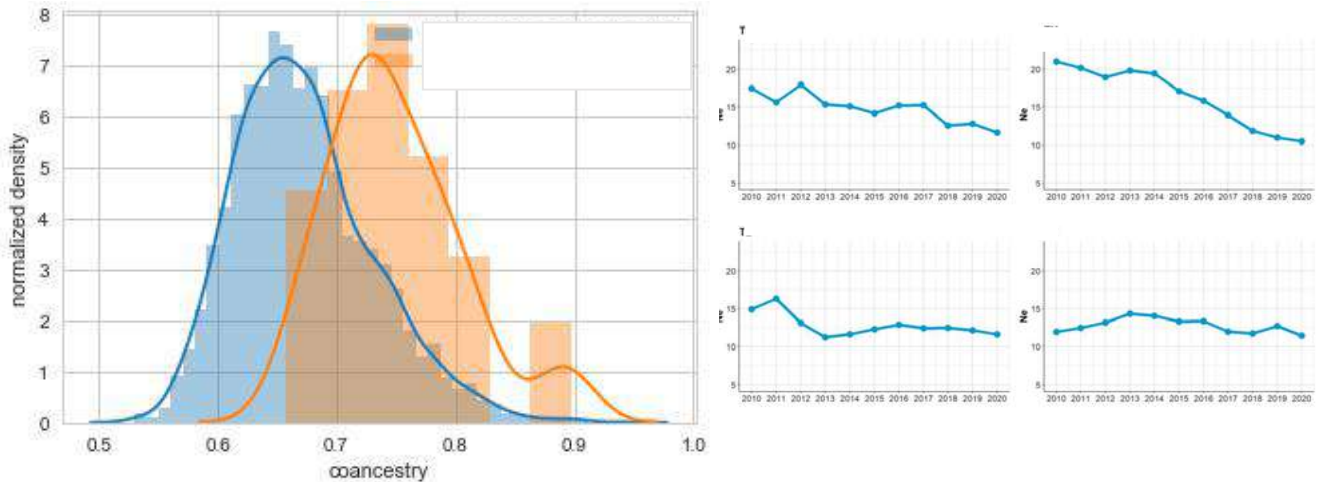


The Breeding Pipeline - Conduct pre-commercial product testing in target environments for multiple years



Genetic variation – trends over time

- Genetic variation is essential to achieve breeding goals
- Co-ancestry based – pedigree and/or genotype
- Allelic diversity – driven by population sizes in breeding programs



Maize Breeding – highly complex trait selection needs
Genetic gain for any of these traits requires favorable variation and response to long-term selection, adding patience and adjusting breeding goals as the environmental pressures change over time

Agronomics

Yield

Test weight
Grain moisture
Grain dry-down
Stalk lodging
Root lodging
Plant height
Ear height
Brittle snap
Drought tolerance
Emergence
Stand establishment
Early growth
Cold tolerance

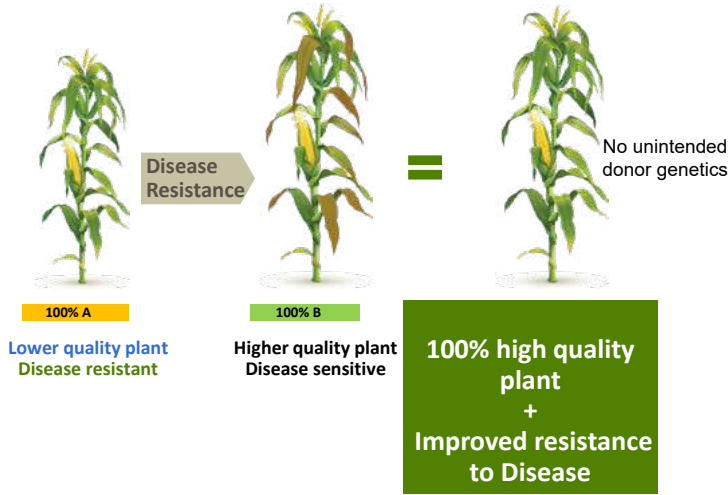
Pest Resistance

Gray leaf spot
Northern leaf blight
Southern leaf blight
Stewart's wilt
Rusts
Smuts
Anthracnose
Diplodia
Giberella
Fusarium
Diplodia
Bacterial wilt

End-Use Traits

Mycotoxin Production in Grain
Starch, Protein, & Oil
Extractable starch
Total fermentables
Gross energy
Digestible energy
Food-grade Traits
Silage quality traits

Native Genetics and CRISPR approach to Disease Control



Accelerating Native Genetics for Disease Control

Plant Disease is a Major Challenge for Growers

In 2021, North American corn growers lost more than 318 MM bu¹ due to:



Our Patent-Pending Approach

Many Genes, Many Locations, Imprecise Gene Information

- Builds off germplasm advantages and improves genetic gain
- New breeding techniques unlock additional power of native genetics
- Multiple disease targets

Many Genes, Single Location, **Precise** Gene Information

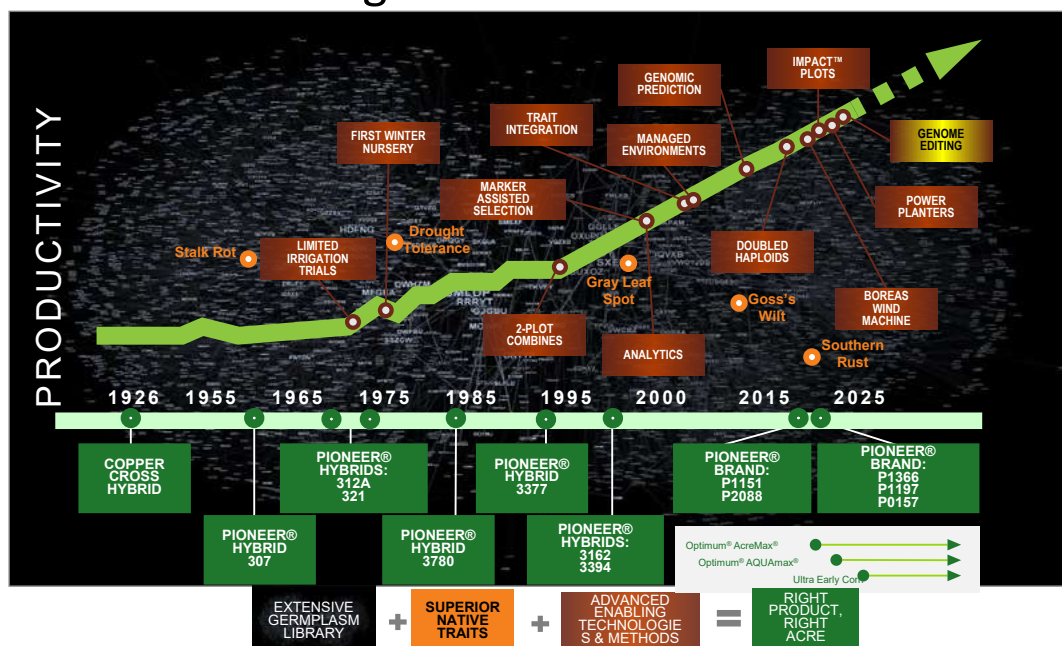
- Multiple native genes for each disease target improves resistance and adds durability
- Simplified genetics assembled through gene editing accelerates plant breeding



Genome editing and future potential – what if we could...go beyond plant breeding techniques and exceed current range of variation

- Chromosomal rearrangements (CR's) and potential to change phenotypes and “unlock” genetic variation (<https://www.nature.com/articles/s41477-020-00817-6>)
- Effective control of genomic recombination elements
- Enable co-location of native traits, unleashing major portions of the genome for improved maintenance of genetic diversity and additional favorable trait selection
- Multiple and simultaneous edits across numerous traits

Will Genome Editing reside on this chart in 2070?



Key Points

- Conduct plant breeding and pre-commercial product testing in the target environments for multiple years
- Genetic variation is essential to achieve breeding goals and mitigate climate change
 - Account for inevitable diversity decline over time
 - Leverage science and technology to create new favorable variation
- Plant breeding requires long-term selection, patience and adjusting breeding goals as the environmental pressures change over time
- Genome editing methods have potential for creating additional and needed variation to accomplish future environmental needs to feed a growing population
- Increased progress to minimize or eliminate biotic and abiotic stresses enables increased heritability and selection efficiency for grain yield improvement

Thank you!



PREGUNTAS

TORO UGALDE, Manuel (Sr.), vicepresidente del Comité Administrativo y Jurídico de la UPOV (moderador)

Tenemos tiempo para una pregunta.

HUERTA, Yolanda (Sra.), Consejera Jurídica y Directora de Formación y Asistencia de la UPOV

Hay una pregunta del Sr. Federico Longhini, de Lyon.

LONGHINI, Federico (Sr.), Élève ingénieur agronome, ISARA-Lyon (Institut supérieur d'agriculture Rhône-Alpes), Lyon, Francia

En primer lugar, me gustaría darles las gracias por haber organizado este seminario web y por concederme la palabra. Quisiera dirigir mi pregunta a Fernando Ortego Klose, de Chile. Aprovecho la presencia del delegado de Argentina. ¿Qué relación existe entre las Asociaciones Público-Privadas (APP) en los países nórdicos? En cuanto a los mercados y la costa sur de América, ¿existe algún tipo de coordinación para la protección de las obtenciones vegetales? Muchas gracias.

ORTEGA KLOSE, Fernando (Sr.), Obtentor de plantas forrajeras, Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Chile (INIA), Centro regional de Carillanca (Chile) (orador)

Gracias, Federico, por la pregunta. Actualmente, realizamos intercambios con determinados programas, por ejemplo, en lo que respecta a los cereales y también al arroz, tenemos algunos programas de cooperación. Sin embargo, no hay cooperación en las demás especies. Todavía no hemos podido desarrollar agencias comunes.

Esto sí ocurrió cuando tuvimos la Red del Mercado Común del Sur (MERCOSUR), que nos permitió tener una estrecha cooperación entre Chile y Argentina, donde tuvimos intercambios profundos. Por el momento no hay otros intercambios de colaboración. Por supuesto, tenemos intercambios tecnológicos, pero no en términos de obtenciones vegetales.

TORO UGALDE, Manuel (Sr.), vicepresidente del Comité Administrativo y Jurídico de la UPOV (moderador)

¿Alguien más quiere hacer una pregunta? ¿Podemos considerar que este capítulo de nuestro seminario web ha terminado?

SESIÓN TEMÁTICA 5:

papel de la protección de las variedades vegetales en la obtención de nuevas variedades para mitigar el cambio climático y adaptarse a él

Moderadora: Sra. Kitisri Sukhapinda, abogada de patentes de la Oficina de Política y Asuntos Internacionales (OPIA), Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos de América (USPTO) (Estados Unidos de América)

El papel de los derechos de obtentor en los intentos de abordar la adaptación al cambio climático y su mitigación. Ejemplo del Canadá, incluido el sector del fitomejoramiento público

Sr. Anthony Parker, Comisionado, Oficina de Derechos de Obtentor, Agencia Canadiense de Inspección Alimentaria (CFIA) (Canadá)

Fitomejoramiento y protección de las obtenciones vegetales: un catalizador para la obtención de variedades vegetales adaptadas a las condiciones climáticas del África subsahariana

Sr. Hans Adu-Dapaah, experto del CSIR-Crops Research Institute (Ghana)

Fitomejoramiento y protección de las obtenciones vegetales para la adaptación de variedades al clima japonés

Sr. Yasunori Ebihara, director de la Oficina de Variedades Vegetales, División de Propiedad Intelectual, Oficina de Exportación y Asuntos Internacionales, Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca (MAFF) (Japan)

El papel de la protección de las obtenciones vegetales en la promoción del desarrollo de variedades vegetales adaptadas al cambio climático y su mitigación. Ejemplo de Kenya

Sr. Simon Mucheru Maina, jefe de Certificación de Semillas y Protección de Variedades Vegetales, Servicio de Inspección Fitosanitaria de Kenya (KEPHIS)

Repercusión del sistema comunitario de protección de variedades en la economía de la Unión Europea y el medio ambiente

Sr. Francesco Mattina, Presidente, Oficina Comunitaria de Variedades Vegetales (OCVV) y Sr. Nathan Wajzman, Economista Jefe de la Oficina Europea de la Propiedad Intelectual (EUIPO)

Conclusión de la sesión

Observaciones finales

Sr. Marien Valstar, presidente del Consejo de la UPOV

EL PAPEL DE LOS DERECHOS DE OBTENTOR EN LOS INTENTOS DE ABORDAR LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU MITIGACIÓN. EJEMPLO DEL CANADÁ, INCLUIDO EL SECTOR DEL FITOMEJORAMIENTO PÚBLICO

Sr. Anthony Parker

Comisionado, Oficina de Derechos de Obtentor, Agencia Canadiense de Inspección Alimentaria (CFIA) (Canadá)

En este documento se analiza el papel de los derechos de obtentor (PBR) en los esfuerzos de mejoramiento para hacer frente al cambio climático, junto con algunos ejemplos del contexto canadiense.

En Canadá llevamos tiempo observando los efectos del cambio climático. De hecho, desde mediados del siglo pasado, hemos experimentado un aumento global de 1,7 °C de las temperaturas. El calentamiento se agrava especialmente en el norte canadiense debido al deshielo del permafrost y de zonas permanentemente congeladas. Se acelera a una velocidad más rápida, 2,3 °C, y sigue avanzando a un ritmo cada vez mayor.

Esto está afectando a nuestros sistemas agrícolas. La temporada de cultivo se alarga. La cantidad de días sin heladas ha aumentado, por lo que estamos asistiendo a la migración de ciertos cultivos hacia el norte. Podemos cultivar maíz y soja en más acres. La temporada de cultivo solía ser un factor limitante y ya no es así, y estos cultivos están empezando a desplazar a algunos de nuestros cultivos más tradicionales, que son los cereales y la colza.

También observamos una reducción de las precipitaciones al final de la temporada de cultivo; cuando esto se une a temperaturas más altas, un mayor estrés térmico, repercute de forma negativa en los rendimientos. Cada vez son más frecuentes las inundaciones primaverales, las sequías estivales y los fenómenos meteorológicos extremos. Se están produciendo ahora mismo, y van a aumentar con el tiempo. Además, un clima más cálido implica nuevas plagas y enfermedades que antes no prosperaban en nuestro entorno canadiense debido a los inviernos fríos, y ahora se están volviendo más problemáticas.

Creo que la imagen de la Figura 1 lo dice todo, y no se trata de un problema exclusivo de Canadá, sino de algo que está ocurriendo en todo el mundo. La nueva normalidad es que ya nada es normal. La foto de la izquierda se tomó en plena temporada de cultivo en la principal zona agrícola de Canadá, las Provincias de las Praderas, donde se desarrolla el 90 % de nuestras actividades agrícolas. Muestra a un agricultor de pie en un campo de cebada cervecera, con excelentes condiciones de cultivo. En aquel momento, se calculaban 100 bushels por acre, cebada cervecera de alta calidad perfecta para elaborar cerveza. Lo que esta imagen no muestra es que el invierno llegó antes, mucho antes de lo habitual, y prácticamente diezmó la cosecha, lo que resultó en una menor calidad, y degradó el cultivo de cebada cervecera a cebada forrajera. Por tanto, el cambio climático y un fenómeno meteorológico dramático e imprevisto afectaron lo que parecía una cosecha perfecta. Si avanzamos un año, hasta julio de 2020, la imagen de la derecha muestra al agricultor en el mismo campo, de nuevo cultivando cebada, pero en unas condiciones de sequía sin precedentes. En lugar de 100 bushels por acre de cebada cervecera, esta variedad, en condiciones de sequía extrema, rindió menos de 10 bushels por acre.

En la Figura 2, nos trasladamos a mayo de 2022, en el oeste de Canadá, y para entonces todos los cultivos deberían estar plantados en el suelo y empezando a emerger. Este es el panorama de unas inundaciones sin precedentes, con lluvias día tras día, que impidieron a los agricultores trasladar los equipos a sus tierras y plantar sus cultivos. La buena noticia es que los campos finalmente se secaron, pero la siembra se retrasó al menos un mes con respecto a la media. Lo que esto ilustra, de cara al futuro, es que los agricultores necesitan opciones. Necesitan una diversidad de tipos de cultivos, una diversidad de diferentes variedades dentro de estos tipos de cultivos. En este caso concreto, cuando un agricultor piensa inicialmente en sembrar un cultivo de temporada tardía, como el maíz, una vez que se retrasa en la siembra, busca variedades de maduración más temprana. Se ponen en contacto con su empresa de semillas y buscan distintas opciones. Esta es la primera línea de defensa. Si el maíz deja de ser una opción viable, el agricultor debe buscar otras opciones de temporada más corta: soja, colza y, por último, cereales. ¿Puede el agricultor encontrar algo que funcione en una temporada de cultivo reducida?

Por supuesto, Canadá no es inmune al cambio climático, y estamos siendo testigos de desastres agrícolas debido al cambio climático en todo el mundo, ya sean las recientes inundaciones en Pakistán, Afganistán, o las condiciones de sequía en el suroeste de los EE. UU. Ahora se ha convertido en algo omnipresente y habitual.

Quiero compartir con ustedes un proyecto de investigación concreto, vinculado a la adaptación al cambio climático, con el que nos topamos este verano y que puede demostrar la interrelación entre la protección de PBR y el desarrollo de nuevas obtenciones vegetales. Cuando nuestra Oficina de PBR realizaba nuestros exámenes de Distinción, Homogeneidad y Estabilidad (DHE) en el oeste de Canadá, observamos un enorme vehículo robot que peinaba de un lado a otro las parcelas. Conversamos con el investigador, un empleado de una estación pública de investigación, Agriculture and Agri-Food Canada (AAFC). AAFC es el mayor obtentor de variedades de trigo de Canadá, y estaban utilizando imágenes digitales para evaluar todas las variedades de trigo que habían cultivado en los últimos 120 años, examinándolas por sus diferentes características fenotípicas. Las imágenes digitales revelaron diferencias en las temperaturas del dosel vegetal entre las distintas variedades, así como diferencias en las tasas de respiración y deshidratación de las plantas. Gracias a un análisis retrospectivo, han podido establecer una correlación entre los períodos de sequía en las praderas canadienses y las variedades que se cultivaron inadvertidamente para tolerar la sequía. Estas tradicionales variedades tolerantes a la sequía pueden utilizarse como material de mejoramiento para la introgresión en variedades de mayor rendimiento. ¿Cómo se relaciona esto con los derechos de obtentor basados en la UPOV? En este caso concreto, todas las variedades obtenidas por esta institución pública de investigación solicitan la protección de PBR. Por ejemplo: el artículo 14 del Acta de 1991 del Convenio de la UPOV expresa los derechos exclusivos del obtentor. AAFC ejerce estos derechos exclusivos para cada una de sus variedades protegidas, lo que garantiza las inversiones realizadas por los contribuyentes y los agricultores directamente en este programa de fitomejoramiento. Así, los ingresos que obtienen por ventas, licencias y cánones se reinvierten no solo en el fitomejoramiento, sino también en actividades de investigación para crear un entorno de financiación autosuficiente.

Además, el artículo 15.1)ii), “excepciones al derecho de obtentor”, permite y apoya la investigación en curso y la publicación científica, así como la difusión de conocimientos sobre las cualidades de estas variedades específicas. La investigación de AAFC sobre la imagen digital continuará durante algunos años y luego probablemente se publicará en una revista científica. Esa información estará a disposición de otros para que puedan determinar si alguna de estas variedades tiene características útiles para la tolerancia a la sequía.

Además, el artículo 15.1)iii) establece otra restricción de los derechos de obtentor, denominada “excepciones al derecho de obtentor”. Esto garantiza que todas las variedades protegidas por los PBR estén disponibles para fines de mejoramiento. De este modo, tiene grandes beneficios para la política y el interés públicos; aunque se tenga protección de la propiedad intelectual sobre una variedad específica, esa variedad puede ser utilizada por otros para introducirla en otros programas de fitomejoramiento, incluidos los de la competencia.

Por lo tanto, si una variedad tiene grandes características en cuanto a la tolerancia a la sequía, esas ahora se pueden trasladar a diferentes programas de fitomejoramiento, y no importa si es público o privado. Por último, sabemos que con las formas de protección de la propiedad intelectual, como las patentes y los derechos de obtentor, el monopolio exclusivo que tiene el inventor o el obtentor es finito. El artículo 19 establece límites temporales al monopolio, pero en la realidad sabemos que a menudo se renuncia al monopolio mucho antes del plazo asignado.

En este caso concreto de AAFC, en el momento en que sus variedades no están protegidas, se consideran de dominio público y las depositan en el Sistema Multilateral del Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (ITPGRFA), por lo que pasan a estar disponibles para que otros las utilicen sin restricciones. Espero que esto demuestre la importancia de utilizar los derechos de obtentor para apoyar los intentos continuos, los intentos de fitomejoramiento, para abordar el cambio climático.

Soy consciente de que en Canadá cada decisión, ya sea pública o privada, en torno a la realización de intentos de fitomejoramiento para abordar el cambio climático siempre tiene un componente asociado a la protección de la PI. ¿Cómo se protege esa PI? ¿Cómo se consiguen los equilibrios adecuados?

A modo de conclusión, desde mi punto de vista, apoyar los intentos de fitomejoramiento para abordar la adaptación al cambio climático y su mitigación es una iniciativa colectiva. Requiere la contribución de agricultores, obtentores, tanto públicos como privados, y responsables de la elaboración de políticas. Todos los agentes desempeñan un papel fundamental a la hora de garantizar que disponemos de los niveles y apoyos adecuados para los intentos de abordar el cambio climático. Desde nuestro punto de vista, este sistema de la UPOV basado en los PBR ya proporciona un marco para apoyar estos objetivos. Garantiza un equilibrio adecuado entre incentivos y recompensas para los innovadores, pero también, por otro lado, suficientes restricciones a los derechos de obtentor mediante excepciones que garantizan el acceso a los conocimientos y a la información científica sobre el uso de variedades protegidas. Además, tenemos la importante excepción de utilizar variedades protegidas con fines de mejoramiento.

Vortrag auf dem Seminar

 Canadian Food Inspection Agency / Agence canadienne d'inspection des aliments

The role of PBR in plant breeding efforts to address climate change mitigation and adaptation: Canadian public sector breeding

UPOV Seminar – 2022/10/12



Canada

Climate Change Impacts on Canadian Agriculture

- 1948 - 2016, the annual temperature increase is 1.7C for Canada as a whole and 2.3C for northern Canada, and is accelerating.
- Increase number of frost free days will encourage the northward expansion of warmer weather crops, such as corn and soybean, displacing cereals and canola.
- Reduced precipitation later in the growing season, coupled with increased heat will cause stress to plants and may have a negative impact on yields.
- More frequent spring flooding, summer droughts and extreme weather events are already happening, and will increase.
- A warmer climate may bring new pests and diseases.

The “New Normal”...nothing is normal anymore!



July 2020

July 2021

*Photo courtesy of CBC News – Shows AB farmer Richard Owen in the same field – In 2020, 100 bu/ac malting barley variety, in 2021 yielded less than 10bu/ac under extreme drought conditions

Figura 1: *Foto cortesía de CBC News. Muestra al agricultor AB Richard Owen en el mismo campo en 2020, 100 bu/ac de variedad de cebada cervecera; en 2021 rindió menos de 10 bu/ac en condiciones de sequía extrema

“New Normal”



May 2022

*Photo courtesy of the Western Producer – Shows farmer’s fields on May 15, 2022 in MB – a time that should be the peak of planting season, Seeding delayed by over 1 month.

Figura 2: *Foto cortesía del Western Producer. Muestra los campos de un agricultor el 15 de mayo de 2022 en MB, época que debería ser el pico de la temporada de siembra. La siembra se retrasó más de un mes.

Public Research

Example: Digital Imaging Technology and Plant Phenotyping of Wheat Varieties

- Research conducting plant phenotyping in publically bred wheat varieties released by Agriculture and Agri-Food Canada (public sector) since 1904 'Marquis' wheat.
- Many varieties bred during periods of drought in the Canadian Prairies: 1919-21, 1929-37, 1961, 1986-88, 1999-2005, 2021.
- Digital imagery reveals differences in plant canopy temperatures between varieties.
- Differences identified between varieties in respiration rates and plant dehydration.
- Historic drought tolerant varieties can be used as breeding material for introgression into modern high performing varieties

Linking to UPOV-based PBR

- All wheat varieties released by AAFC are PBR protected. Art 14. of UPOV secures the investments made by taxpayers and farmers. Royalties from sales and licensing are re-invested back into breeding and research, creating a self-sustaining funding environment.
- Art 15 (1) (ii) "researcher's exemption" supports ongoing research, and scientific publication, dissemination of knowledge about the qualities/attributes of specific varieties.
- Art 15 (1) (iii) "breeder's exemption" ensures that all PBR protected varieties are available for breeding purposes. Breeder's have information on varieties that are drought tolerant, and can access those varieties to introgress into their breeding program.
- Art 19, the breeder's right is finite. Unprotected varieties are "public domain", AAFC varieties deposited in ITPGRFA – MLS system.

Concluding Thoughts

- Supporting breeding efforts to address climate change mitigation and adaptation requires collective action, including; farmers, breeders (public and private), and policy makers. All actors play a critical role.
- UPOV-based PBR provides a framework to support these goals, ensuring the proper balance between incentives and rewards, and restrictions on the breeder's right by way of "exemptions", that ensure access to knowledge and the use of protected varieties for breeding purposes.

Thank you!

anthony.parker@inspection.gc.ca

FITOMEJORAMIENTO Y PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES: UN CATALIZADOR PARA LA OBTENCIÓN DE VARIEDADES VEGETALES ADAPTADAS A LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS DEL ÁFRICA SUBSAHARIANA

Sr. Hans ADU-DAPAAH

Crops Research Institute, College Of Science And Technology, Csiir, Po Box 3785, Kumasi, Ghana, África Occidental

M.K. OSEI, Crops Research Institute, CSIR, PO Box 3785, Kumasi, Ghana, West Africa

S. YEBOAH, Crops Research Institute, College of Science and Technology, CSIR, PO Box 3785, Kumasi, Ghana, West Africa

RESUMEN

El cambio climático y el elevado crecimiento de la población (se prevé que alcance los 2 000 millones de personas en 2050) suponen una amenaza para la seguridad alimentaria y nutricional del África subsahariana. La productividad agrícola en el África subsahariana es baja en comparación con el resto del mundo debido al estrés biótico y abiótico. El desarrollo de nuevas variedades de plantas de cultivo es la estrategia más importante para adaptar y mitigar la agricultura al cambio climático. En el África subsahariana, instituciones públicas y privadas de fitomejoramiento han desarrollado y liberado una serie de variedades de cultivo mejoradas. Estas variedades mejoradas con resistencia/tolerancia al estrés biótico y abiótico, mejores cualidades nutricionales, eficiencia en el uso de nutrientes y madurez temprana se comercializan sin ningún tipo de regalías para los obtentores o las instituciones que las desarrollaron. Para mejorar la capacidad de los obtentores y motivarlos a responder a los nuevos desafíos climáticos, es esencial que las variedades desarrolladas por los obtentores estén protegidas. La protección de las obtenciones vegetales (PVP) en virtud del Convenio de la UPOV de 1991 proporciona un marco jurídico que otorga derechos exclusivos a los obtentores que desarrollan las variedades mejoradas. En este documento se describen los desafíos que dificultan la productividad agrícola en el África subsahariana, la respuesta de los obtentores a estos desafíos y algunos casos de éxito de estas variedades mejoradas. Explica el concepto de PVP y cómo puede servir de catalizador para el desarrollo de variedades climáticamente inteligentes que aborden los problemas del cambio climático, junto con los beneficios de la PVP para los obtentores del África subsahariana. También se analiza cómo la aplicación de la PVP en Kenya favorece el desarrollo de variedades mejoradas. El documento establece que si la PVP se aplica bien en el África subsahariana, incentivará a los inversores a financiar actividades de fitomejoramiento de forma sostenible, e insta a la Asociación Africana de Obtentores a defender la causa de las actividades de PVP, en su beneficio y en el de otros usuarios finales.

PALABRAS CLAVE: adaptación al cambio climático, países en desarrollo, bancos de genes, recursos genéticos, política

INTRODUCCIÓN

La agricultura es una de las principales fuentes de sustento en el África subsahariana, y en ella trabaja una media del 60 % de la población activa. Además de la mano de obra, África posee más del 60 % de las tierras cultivables no explotadas del mundo.¹ A pesar de sus abundantes recursos, una cuarta parte de la población africana padece hambre y desnutrición. La productividad agrícola en el África subsahariana es baja en comparación con otras partes del mundo (Figura 1).

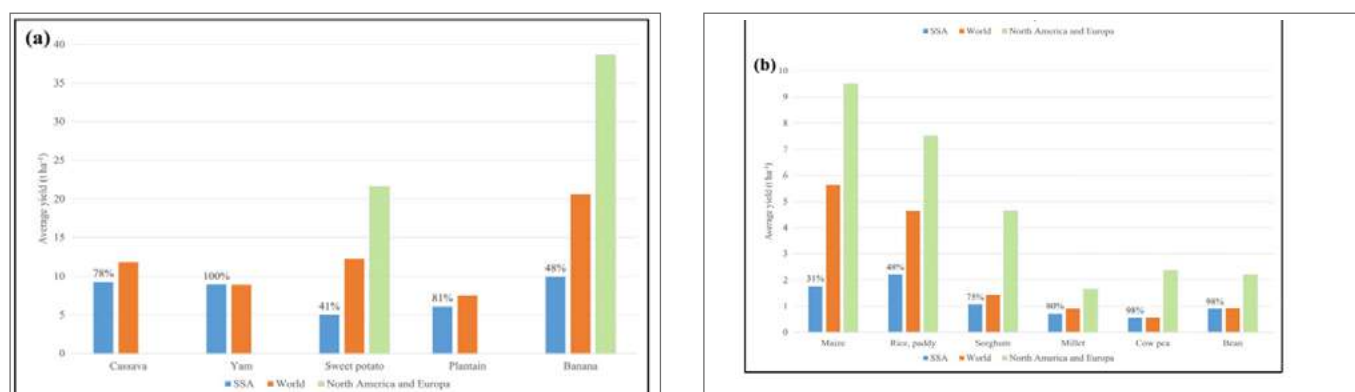


Figura 1. (a) y (b) rendimientos medios (t/ha) de los 10 cultivos básicos seleccionados, para el ASS, el mundo y América del Norte/Europa. ASS: África subsahariana (FAOSTAT, 2016).

Esto puede atribuirse a la rápida disminución de la fertilidad del suelo, la mayor complejidad de las plagas y enfermedades, las pérdidas posteriores a la cosecha y la corta vida útil de los productos, el bajo rendimiento inherente de las variedades autóctonas, la falta de mano de obra durante las temporadas altas, las actividades mineras ilegales que destruyen las tierras agrícolas y las masas de agua, junto con los efectos adversos del cambio climático. El cambio climático y el elevado crecimiento de la población suponen una amenaza para la seguridad alimentaria en África Occidental, donde las economías dependen en gran medida de la agricultura (CCAFS 2017). Se prevé que el calentamiento global supere los 2 °C a finales del siglo (Raffery *et al.* 2017) y se prevé que la productividad agrícola disminuya entre un 5 % y un 10 % por cada grado de calentamiento. En el África subsahariana, los escenarios climáticos predicen un aumento de la temperatura de hasta 1,2 °C y 3,2 °C para 2035 y 2100, respectivamente (Zougmore *et al.* 2016). Las temperaturas en la mayoría de las zonas ya han superado el umbral para el crecimiento y la productividad de la mayoría de nuestros cultivos alimentarios (Almazroui *et al.* 2017; Bucchignani *et al.* 2018). Smith y Myers (2018) afirmaron que un aumento de la variabilidad climática está afectando a una serie de comunidades con inseguridad alimentaria, y el aumento de las concentraciones atmosféricas puede afectar al contenido de nutrientes de algunos cultivos básicos, con consecuencias para la seguridad alimentaria y nutricional especialmente en el África subsahariana. Las cantidades y los regímenes de precipitaciones han cambiado con desplazamientos en el inicio de las estaciones lluviosas, especialmente en las zonas áridas (Berg y Sheffield 2018; Chadwick *et al.* 2016), que se traduce en bajos rendimientos. Por lo tanto, el bienestar de la población del África subsahariana se ve muy amenazado.

Según la FAO (2019), África importó alimentos por un valor aproximado de 81 000 millones de dólares EE. UU. en 2019. Con una población estimada de 2 000 millones para 2050, la producción de alimentos en África tendrá que duplicarse, utilizando recursos limitados. Esta es una llamada de atención para que los países africanos mejoren la productividad agrícola adoptando tecnologías e innovaciones climáticamente inteligentes que mejoren la productividad. La FAO (2010) define la agricultura climáticamente inteligente (CSA) como aquella que aumenta de forma sostenible la productividad, la resiliencia (adaptación), reduce los gases de efecto invernadero (mitigación) y mejora la consecución de los objetivos nacionales de seguridad alimentaria y desarrollo. Los pilares clave de la CSA, según Lippert *et al.* (2014) son la adaptación, la mitigación y la seguridad alimentaria y nutricional. Aunque el África subsahariana contribuye con menos del 5 % de las emisiones mundiales de gas de efecto invernadero (GEI), la región es vulnerable a los efectos negativos del cambio climático porque las perspectivas de desarrollo de África están vinculadas debido a la excesiva dependencia de las precipitaciones (Tol 2018). Las tecnologías agrícolas climáticamente inteligentes incluyen el mejoramiento de cultivos climáticamente inteligentes, la gestión eficiente de los recursos, las tecnologías integradas de energía renovable para los sistemas agrícolas, las tecnologías de conservación de recursos, la gestión del uso de la tierra, la variación de la temporada de cultivo, la gestión eficiente de plagas y enfermedades, la previsión y el uso del mapeo del Sistema de Información Geográfica (SIG).

Para lograr la seguridad alimentaria y nutricional en el África subsahariana de aquí a 2050, hay que duplicar o triplicar la productividad agrícola, utilizando recursos limitados. Nunca se insistirá lo suficiente en la necesidad de aumentar la productividad por unidad de superficie (intensificación). El fitomejoramiento inteligente para desarrollar variedades de cultivo resistentes tiene un papel que desempeñar. A lo largo de los años, los sistemas nacionales de investigación agrícola (SNIA) del África subsahariana han desarrollado y liberado una serie de variedades de cultivo mejoradas utilizando métodos convencionales de fitomejoramiento y biotecnología. Las iniciativas de

fitomejoramiento de las instituciones de los distintos SNIA y de las empresas privadas de fitomejoramiento del ASS no han reportado los dividendos esperados para los propietarios y obtentores de estas variedades. Las obtenciones vegetales son entidades vivas que cualquiera puede producir sin cambios, lo que implica que, una vez liberada una variedad, puede multiplicarse y comercializarse sin autorización del obtentor. Esto desincentiva el desarrollo sostenible de variedades de cultivo mejoradas para mitigar los efectos del cambio climático. La ausencia de un marco jurídico que proteja los intereses de los obtentores ha provocado que la población no reconozca las inversiones y los esfuerzos de los obtentores que desarrollan estas variedades mejoradas. La finalidad de la PVP es establecer un marco jurídico para proteger los derechos de los obtentores de nuevas variedades de plantas o grupos de plantas. La protección de las obtenciones vegetales busca promover el desarrollo de nuevas variedades de plantas con resistencia y tolerancia al estrés biótico y abiótico respectivamente.

Las semillas y otros materiales de siembra de calidad son los pilares de la mejora de la productividad agrícola. La promoción y la adopción de la PVP en el África subsahariana protegería a las empresas de semillas emergentes y a las instituciones públicas dedicadas al fitomejoramiento, además de fomentar la innovación para hacer frente a los desafíos bióticos y abióticos derivados del cambio climático. Este artículo explora cómo los obtentores del África subsahariana están respondiendo a los desafíos climáticos mediante el uso innovador de los recursos fitogenéticos. Además, muestra algunos casos de éxito de obtentores del África subsahariana que utilizan enfoques convencionales y biotecnológicos y la necesidad de un mejoramiento inteligente para acelerar el proceso de fitomejoramiento. Además, explica la PVP y su importancia como catalizador para el desarrollo de variedades de cultivo climáticamente inteligentes para hacer frente a los desafíos climáticos.

VISIÓN GENERAL DEL DESARROLLO Y LA LIBERACIÓN DE VARIEDADES EN EL ÁFRICA SUBSAHARIANA

El proceso de desarrollo de variedades incluye lo siguiente:

(a) actividades previas al fitomejoramiento, que comprenden lo siguiente: i) estudios preliminares para establecer los objetivos de fitomejoramiento (encuesta a los agricultores, análisis y administración de cuestionarios y PRA); ii) recolección e introducción de germoplasma, evaluación en la estación, selección de progenitores o germoplasma potenciales para iniciar el proceso de fitomejoramiento.

(b) las actividades de fitomejoramiento incluyen: establecimiento de bloques de cruce, desarrollo de líneas endogámicas (5 o 6 ciclos de endogamia/autogamia por línea parental), identificación de líneas endógamas parentales potenciales para el desarrollo de híbridos (estudios de capacidad de combinación). Establecimiento de ensayos de evaluación en la estación y fuera de ella en varios lugares, junto con la evaluación de enfermedades y plagas en puntos críticos. Evaluación de genotipos seleccionados en producciones agrícolas a partir de ensayos en varias ubicaciones en estación. Evaluación sensorial, análisis fisicoquímico y económico de las posibles variedades para justificar su superioridad agronómica y económica sobre las variedades existentes.

(c) liberación y registro: establecimiento de ensayos de verificación en la estación, evaluación por parte del comité nacional de liberación y registro de variedades (tanto en la fase vegetativa como reproductiva del crecimiento del cultivo) junto con la presentación por parte del obtentor de los resultados progresivos de las evaluaciones a lo largo de los años. Recomendación al Consejo Nacional de Semillas para la liberación de las variedades y su posterior registro en el catálogo nacional de variedades.

(d) actividades posteriores a la liberación: aumento de semillas de variedades liberadas para su difusión. La producción de semillas comienza con las semillas de obtentor, seguida de la producción de semillas de fundación y, por último, la producción de semillas certificadas, generalmente a cargo de organizaciones privadas. Las actividades de difusión incluyen el establecimiento de campos de demostración y la publicidad de las variedades liberadas. También es primordial el mantenimiento de las variedades liberadas para garantizar la disponibilidad continua de germoplasma (tanto en cámaras frigoríficas como en establecimientos de campo). La suma total de las actividades mencionadas costaría unos 30 000 dólares EE. UU. anuales por variedad. Varias instituciones de fitomejoramiento del África subsahariana dependen de proyectos de apoyo de donantes externos para desarrollar y liberar variedades de cultivo mejoradas. Esto no es sostenible, especialmente con la llegada de la COVID-19 y la guerra entre Rusia y Ucrania. Ahora la mayoría de los donantes se concentran en sus respectivos países. Lamentablemente, el apoyo presupuestario a las instituciones públicas de mejoramiento en el África subsahariana es insuficiente y, en algunos casos, los gobiernos solo pagan los salarios de los obtentores. La protección de las obtenciones vegetales, que proporciona un marco jurídico para proteger a los obtentores de nuevas variedades de plantas, puede ser un incentivo para atraer a los inversores privados a invertir en la industria del fitomejoramiento.

Esto aseguraría a los obtentores un retorno de sus inversiones y, al hacerlo, garantizaría el desarrollo de variedades nuevas y mejoradas en el África subsahariana sobre una base sostenible para hacer frente a los desafíos climáticos. A lo largo de los años, el fitomejoramiento ha evolucionado sobre la base de nuevos conocimientos científicos junto con el desarrollo de herramientas/estrategias eficientes para complementar el desarrollo de nuevas variedades mejoradas para hacer frente a los desafíos emergentes debidos al cambio climático y a la variabilidad climática. Estos desafíos podrían afrontarse si se aprovecharan y utilizaran todas las herramientas y estrategias de que disponen los obtentores para potenciar el desarrollo de cultivos inteligentes desde el punto de vista climático, obtenidos para adaptarse a condiciones climáticas duras y extremas. El mejoramiento inteligente es una integración de las estrategias de fitomejoramiento convencionales con herramientas moleculares, genómicas y fenómicas avanzadas para obtener variedades de cultivo resistentes de forma eficiente y eficaz. Las variedades deben poseer un mayor potencial de rendimiento y resistencia al estrés biótico y abiótico, así como rasgos preferidos por los consumidores. Según Eleblu *et al.* (2021), el abanico de herramientas y estrategias a disposición de los obtentores incluye recursos genéticos conservados *in situ*, *ex situ* o *in vitro*; bancos de genes, diversos paneles en centros de investigación nacionales e internacionales, biparentales, líneas endogámicas recombinantes (RIL), mapeo de asociación anidado, generación avanzada por entrecruzamiento multiparental (MAGIC), así como poblaciones de entrenamiento. La siguiente serie de herramientas a disposición de los obtentores son las que podrían utilizarse para caracterizar, evaluar, detectar, seleccionar y recomendar su liberación a los agricultores y otros usuarios finales. Las herramientas de fitomejoramiento de primera generación incluyen la domesticación/selección, la hibridación y las técnicas de propagación vegetativa. Las herramientas de fitomejoramiento de segunda generación incluyen técnicas de propagación *in vitro*, organogénesis y rescate de embriones, cultivo de anteras, variación somaclonal, conservación *in situ*, disección y análisis *in vivo*. Las herramientas de fitomejoramiento de tercera generación incluyen herramientas de biología molecular, mapeo de loci de caracteres cuantitativos (QTL), mejoramiento asistido por marcadores, secuenciación y selección de lesiones locales inducidas en genomas. Las herramientas de fitomejoramiento de cuarta generación son la secuenciación de nueva generación, el mejoramiento asistido por genoma, la epigenética, la transcriptómica, la regulación de la expresión génica, la metabólica, la proteómica, la edición génica y la genómica comparativa. Merece la pena señalar que las herramientas de fitomejoramiento de tercera y cuarta generación descritas anteriormente añaden velocidad y precisión a la miríada de herramientas de fitomejoramiento actualmente disponibles para acelerar el desarrollo de cultivos climáticamente inteligentes mejorados para la adaptación al cambio climático y su mitigación. Nunca se insistirá lo suficiente en la necesidad de evaluar cada escenario de cambio climático para decidir qué estrategias son las más adecuadas en función de las herramientas y los recursos disponibles.

ALGUNAS HISTORIAS DE ÉXITO DE LAS ACTIVIDADES DE FITOMEJORAMIENTO EN EL ÁFRICA SUBSAHARIANA

Tanto las instituciones de mejora del sector público como las empresas de semillas del sector privado del África subsahariana han desarrollado y liberado una serie de variedades mejoradas de cultivo utilizando métodos convencionales y biotecnológicos. Estas variedades mejoradas son resistentes/tolerantes al estrés biótico y abiótico y tienen atributos preferidos por los consumidores. Se han desarrollado variedades de maíz, caupí, sorgo, mijo, tomate, cacahuete, mandioca, porotos, arroz, etc. tolerantes a la sequía y al calor, con niveles mejorados de provitamina A, lisina y triptófano, hierro y zinc, para mitigar los efectos de la desnutrición en el África subsahariana. También se han desarrollado variedades de maíz, arroz, caupí, etc. eficientes en el uso de nutrientes (nitrógeno y fósforo). En el África subsahariana, los obtentores han desarrollado variedades de maíz, cacahuete y otros cultivos tolerantes a las aflatoxinas así como cultivos resistentes a las plagas y las enfermedades. Otros cultivos son hortalizas como el tomate, el pimiento y el taro. A continuación, se citan algunos ejemplos de variedades mejoradas para respaldar el buen trabajo realizado por algunos obtentores en el África subsahariana. Se presenta una variedad mejorada de cacahuete resistente a la devastadora naturaleza del virus de la roseta del cacahuete (Figura 2), una variedad mejorada de caupí resistente al tizón bacteriano y la antracnosis, variedades mejoradas de maíz y arroz tolerantes a la sequía en comparación con las variedades de los agricultores desarrolladas por obtentores en Ghana, las primeras variedades de pimiento y tomate de polinización abierta con buenos rendimientos, alto valor brix y tolerancia al tizón temprano y tardío.



Figura 2. El carácter devastador del virus de la roseta en el cacahuete.



Figura 3. Variedad mejorada de caupí en comparación con la variedad de los agricultores

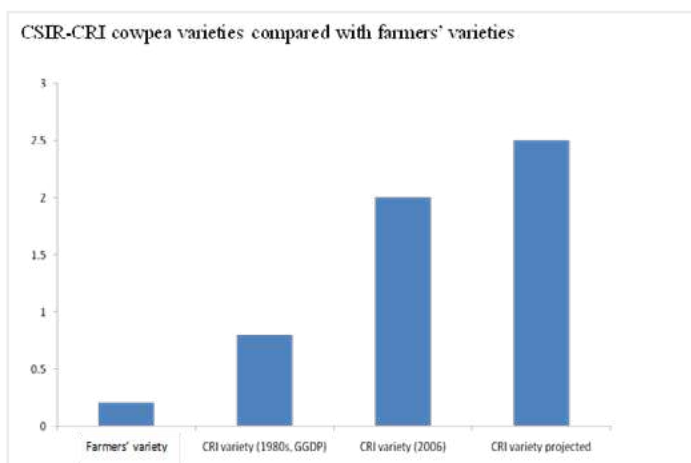


Figura 4. Variedades de caupí del CSIR-CRI en comparación con las variedades de los agricultores.



Figura 5. Variedad de maíz de alto rendimiento tolerante a la sequía desarrollada por el CSIR-CRI.



Figura 6. Efecto de las inundaciones.



Figura 7. Variedad de tomate CRI-Kwabena Kwabena liberada por el CSIR-CRI, Ghana

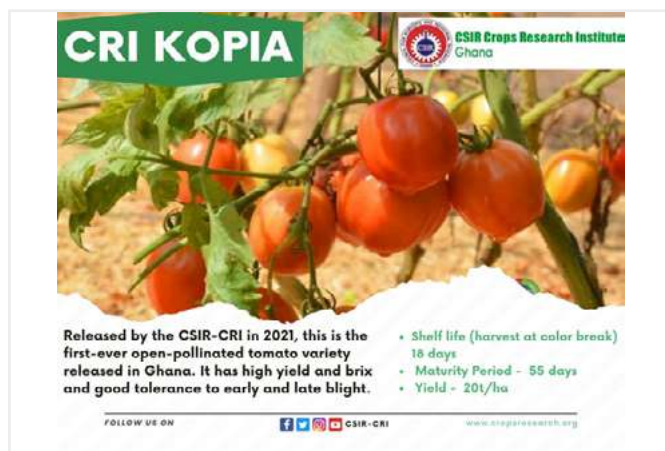


Figura 8. Variedad de tomate KOPIA liberada por el CSIR-CRI, Ghana.



Figura 9. "Variedades de "taro" liberadas por el CSIR-CRI, Ghana.

VARIETADES DE PIMIENTO LIBERADAS EN GHANA

Las primeras variedades de pimiento liberadas por el CSIR-CRI en Ghana son "Shito Adope" y "Maakontose". "Shito Adope" es muy picante y tiene un hábito de crecimiento corto, pero es muy prolífico (alto rendimiento) y ha llegado a rendir 30 t/ha. "Maakontose", por su parte, es suave o, mejor dicho, no es picante en absoluto, por lo que puede utilizarse para sustituir al tomate en los hogares donde no hay tomates (es decir, puede desempeñar una función similar a la del tomate), y también da 35 t/ha, mucho más que el rendimiento de los agricultores, de 8,3 t/ha.

PARTICIPACIÓN DEL SECTOR PRIVADO EN LAS OBTENCIONES VEGETALES Y LA DISTRIBUCIÓN DE SEMILLAS

El principal objetivo de cualquier empresa es obtener beneficios, y la industria de las semillas no es una excepción. Antes de entrar en el negocio de las obtenciones vegetales y la industria de las semillas en el África subsahariana, hay que tener en cuenta lo siguiente:

- establecer claramente los objetivos para entrar en la iniciativa de obtenciones vegetales y suministro de semillas.
- comprender el proceso de obtenciones vegetales mejoradas, contratar a un obtentor competente o colaborar con instituciones pertinentes que tengan capacidad técnica.
- conocer el sistema de distribución de semillas que se desea utilizar.
- desarrollar un plan de negocio financiable para acceder a la financiación.
- adquirir infraestructuras y otros activos para la producción de semillas de calidad.
- conocer las leyes sobre semillas de los países del África subsahariana y las normativas asociadas que tratan de las semillas mejoradas.
- identificar un mercado fiable para la producción de semillas mejoradas de las variedades liberadas.
- conocer la teoría y la práctica de las técnicas básicas de producción, acondicionamiento y comercialización de semillas.
- conocer las leyes de PVP de los respectivos países y los reglamentos que las acompañan.
- conocer los diversos procesos de liberación y registro en los respectivos países.

- el desarrollo de obtenciones vegetales y el suministro de semillas son dinámicos, por lo que hay que estar preparado para trabajar en red en el país y dentro del África subsahariana (Adu-Dapaah 2021).

SISTEMA DE PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES

- La adopción del Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC) exigió que las partes contratantes protegieran las obtenciones vegetales mediante patentes, un sistema eficaz de protección sui géneris o bien mediante un híbrido de estos dos sistemas (Artículo 27.3b). Las patentes y los derechos de los obtentores (PBR) son derechos de propiedad intelectual independientes con diferentes condiciones de ámbito de protección y excepciones. Los obtentores pueden utilizar los PBR o las patentes en la medida en que tales sistemas estén disponibles en el territorio en cuestión. La mayoría de los países del África subsahariana utilizan un sistema eficaz de protección sui géneris.
- La protección de las obtenciones vegetales es una forma de derecho de propiedad intelectual que pretende conceder a los obtentores un derecho exclusivo sobre las variedades que desarrollan. Su objetivo es garantizar la disponibilidad de nuevas variedades, el acceso de los obtentores a variedades extranjeras, el uso sostenible de la diversidad genética, el apoyo al comercio de exportación mediante el desarrollo de variedades que cumplan las normas internacionales y el valor para los obtentores de las variedades que desarrollan.

El África subsahariana cuenta con dos organismos regionales que gestionan sistemas de derechos de obtentores en función del Convenio de la UPOV de 1991. Éstos son:

- Organización Africana de la Propiedad Intelectual (OAPI), que abarca el territorio de sus 17 Estados miembros (Benin, Burkina Faso, Camerún, Chad, Comoras, Congo, Côte d'Ivoire, Gabón, Guinea, Guinea-Bissau, Guinea Ecuatorial, Malí, Mauritania, Níger, República Centroafricana, Senegal, Togo). La OAPI es miembro del Convenio de la UPOV de 1991.
- La Organización Regional Africana de la Propiedad Industrial (ARIPO) es una de las organizaciones intergubernamentales que han iniciado el procedimiento de adhesión al Convenio de la UPOV. Los Estados miembros de la ARIPO (19) son Botswana, Gambia, Ghana, Kenya, Lesotho, Liberia, Malawi, Mozambique, Namibia, República Unida de Tanzania, Rwanda, Santo Tomé y Príncipe, Sierra Leona, Somalia, Sudán, Swazilandia, Uganda, Zambia y Zimbabwe.

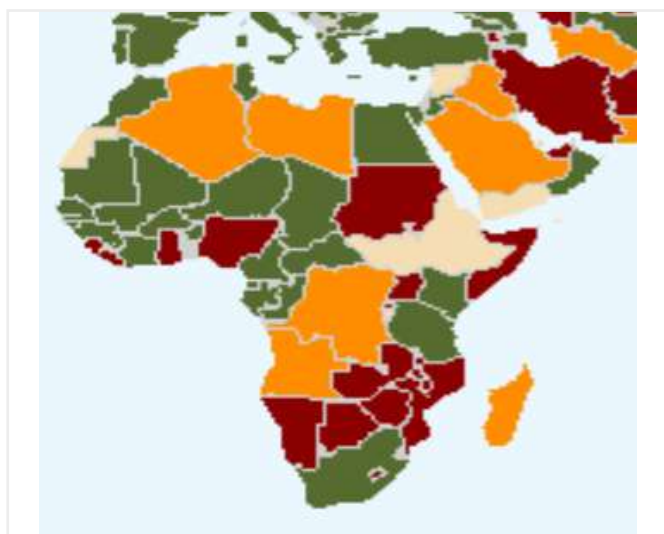


Figura 10. Mapa de los países miembros de la UPOV en el África subsahariana.

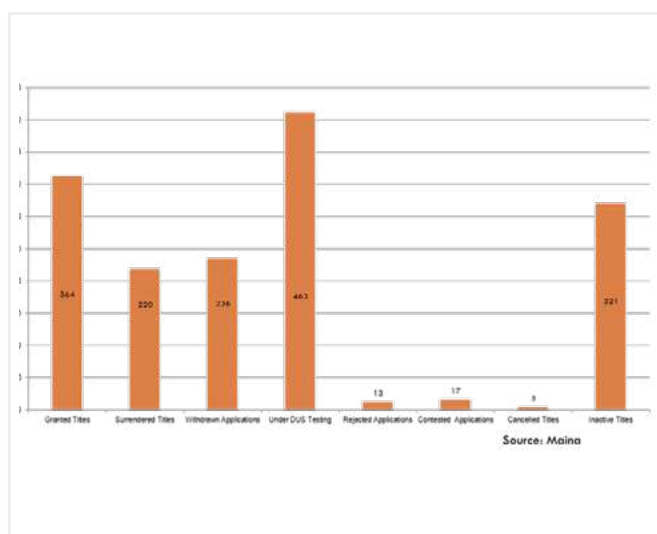


Figura 11 Aplicación de la PVP en Kenia

BENEFICIOS DE UN SISTEMA REGIONAL DE PVP

Para las autoridades nacionales y las oficinas de examen: menos trabajo administrativo para las autoridades nacionales, estrecha cooperación en el plano técnico, aumento de la eficacia gracias a la cooperación, armonización de las prácticas e ingresos financieros por la realización de exámenes de distinción, homogeneidad y estabilidad (DHE) en nombre de la ARIPO/OAPI.

Beneficios para el África subsahariana: voz fuerte en la comunidad internacional, contrapartes fuertes para las partes interesadas, gran solvencia y sostenibilidad presupuestaria, cooperación en el examen de DHE e intercambio de informes del examen de DHE en el África subsahariana y entre los países de la UPOV.

¿QUIÉN PUEDE SOLICITAR LA PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES?

El Artículo 1.iv) del Convenio de la UPOV define al obtentor como la persona que haya creado o descubierto y puesto a punto una variedad; la persona que sea el empleador de la persona antes mencionada o que haya encargado su trabajo, cuando la legislación de la Parte Contratante en cuestión así lo disponga; el causahabiente de la primera o de la segunda persona mencionadas, según el caso. Es importante señalar que el concepto de persona abarca tanto a las personas físicas como a las personas jurídicas (es decir, las empresas). El obtentor puede ser, por ejemplo, un jardinero aficionado, un agricultor, un científico, un instituto de fitomejoramiento o una empresa especializada en el fitomejoramiento.

Condiciones para la concesión de un derecho de obtentor

El Artículo 5 establece las condiciones que deben cumplirse para que se conceda la protección. Se concederá el derecho de obtentor cuando la variedad sea: i) nueva, ii) distinta, iii) homogénea y iv) estable. La variedad que se va a proteger deberá tener una denominación designada de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 20.

Alcance del derecho de obtentor

El Convenio de la UPOV (véase el Artículo 14 [enlace al Convenio de la UPOV]) especifica los actos respecto del material de reproducción o de multiplicación (p. ej., semillas, bulbos, tubérculos, esquejes, etc.) de una variedad protegida que requieren la autorización previa del obtentor. Dichos actos son los siguientes: la producción o la reproducción (multiplicación), la preparación a los fines de la reproducción o de la multiplicación, la oferta en venta, la venta u cualquier otra forma de comercialización, la exportación, la importación y la posesión para cualquiera de los fines mencionados.

Las excepciones al derecho de obtentor son las siguientes: los actos realizados en un marco privado con fines no comerciales; los actos realizados a título experimental y los actos realizados a los fines de la creación de nuevas variedades así como, a menos que las disposiciones del Artículo 14.5) sean aplicables, los actos mencionados en el Artículo 14.1) a 4) realizados con tales variedades.⁴

Medidas que regulan el comercio

El Artículo 18 del Convenio de la UPOV exige que el derecho de obtentor sea independiente de las medidas adoptadas por una Parte Contratante para reglamentar en su territorio, la producción, el control y la comercialización del material de las variedades, o la importación y exportación de ese material. La PVP reconoce que debe haber un tipo particular de nivel de regulación del mercado del que se ocupe un mecanismo apropiado, dedicado e independiente distinto de la PVP.

DURACIÓN DEL DERECHO DE OBTENTOR

- La duración del derecho de obtentor en lo que respecta a las variedades de árboles y vides, expira 25 años después de la concesión del derecho de obtentor.
- La protección de todos los géneros y especies expira 20 años después de su concesión

El Informe de la UPOV sobre el impacto de la protección de las obtenciones vegetales demostró que, para disfrutar plenamente de los beneficios de la protección de las obtenciones vegetales, son importantes tanto la aplicación del Convenio de la UPOV como la pertenencia a la UPOV. La introducción del sistema de protección de las obtenciones vegetales de la UPOV y la pertenencia a la UPOV se asociaron con un aumento de las actividades de fitomejoramiento, una mayor disponibilidad de variedades mejoradas, un mayor número de obtenciones, la diversificación de los

tipos de obtentores (p. ej., obtentores privados, investigadores), un mayor número de obtenciones extranjeras, el fomento del desarrollo de una nueva industria competitiva en los mercados extranjeros y un mejor acceso a las obtenciones vegetales extranjeras y la mejora de los programas nacionales de fitomejoramiento.

El sistema de protección de las obtenciones vegetales de la UPOV puede ser un catalizador para el desarrollo de variedades de cultivo climáticamente inteligentes que mitiguen los efectos adversos del cambio climático gracias a los siguientes beneficios:

- fomenta la obtención de nuevas variedades, lo que permite a los agricultores responder a los desafíos medioambientales y económicos a los que se enfrenta la agricultura.
- proporciona a los agricultores y productores acceso a las mejores variedades locales y mundiales.
- permite combinar la elección de variedades con la información y la entrega de material de siembra de buena calidad.
- ofrece una herramienta para captar valor mediante los agricultores y los obtentores.
- facilita la cooperación entre agricultores y obtentores de una manera que es beneficiosa para ambos.
- ofrece oportunidades de negocio a los pequeños agricultores y productores.
- puede ser aún más eficaz si se mejora su aplicación.
- incentiva a los agricultores y productores a convertirse en obtentores.
- permite a cualquier agricultor o productor utilizar las mejores variedades protegidas disponibles para el trabajo de fitomejoramiento.
- ofrece un sistema eficaz y transparente de fácil acceso para las pequeñas y medianas empresas.
- permite a los agricultores y productores desarrollar negocios locales, nacionales e internacionales.
- empodera a los agricultores y productores en la cadena de producción.³

Entre los beneficios específicos de los derechos de obtentor para el obtentor se incluyen los siguientes:

- las inversiones y esfuerzos de los obtentores se reconocerían mediante el pago de regalías para la sostenibilidad del proceso de fitomejoramiento.
- los obtentores tienen acceso a valioso germoplasma extranjero para utilizarlo en sus programas de fitomejoramiento (exención del obtentor).
- permite la transferencia de tecnología y la utilización eficaz de los recursos genéticos.
- promueve el crecimiento de la industria semillera y crea demanda de variedades mejoradas para mitigar los efectos adversos del cambio climático.
- fomenta las asociaciones entre el sector público y el privado.
- proporciona incentivos para estimular nuevas iniciativas de fitomejoramiento.
- se eliminarán las barreras al comercio de variedades, y aumentará así el alcance del mercado nacional e internacional.

Es digno de mención que la formación y el lanzamiento de la Asociación Africana de Obtentores en 2019 con sucursales en países del África subsahariana es un avance positivo para la sensibilización y la promoción de la PVP en África. Otros usuarios finales, como los agricultores, se beneficiarían de la PVP mediante el suministro de variedades mejoradas con mejores rendimientos, resistencia/tolerancia a las plagas y las enfermedades, tolerancia a la sequía, el calor, las inundaciones, variedades de cultivo eficientes en el uso de nutrientes, diversidad de variedades, eficiencia de insumos, mejor calidad de los cultivos, nuevos mercados y, en última instancia, mayor rentabilidad, así como un mejor sustento. Los consumidores también se beneficiarían de la aplicación eficaz de la PVP gracias a la reducción del costo de los alimentos, la mejora de la calidad nutricional de las variedades, el uso eficaz de la tierra, la mejora del sabor y la calidad de almacenamiento, así como la diversidad de productos.

ESTUDIO DE CASO SOBRE LA APLICACIÓN DE LA PVP EN KENYA

Aplicación de la PVP en Kenya

1 661 solicitudes de PVP recibidas hasta octubre de 2018, solicitudes locales (kenyanas) = 31,21 %, solicitudes extranjeras = 68,79 %. Los solicitantes locales son de instituciones públicas = 80,55 %, instituciones privadas = 19,4 %.

Impacto de la PVP en Kenya

Creación de empleo: se calcula que más de 500 000 personas (incluidos más de 100 000 empleados de floristerías) dependen de la industria hortícola. Aumento de la introducción de variedades de cultivo como resultado de la mejora de la descripción de variedades, el cual es posible gracias a: i) directrices de examen de la UPOV fácilmente disponibles para la mayoría de los cultivos agrícolas; ii) personal formado por la UPOV en el desarrollo de directrices de exámenes nacionales; iii) colaboraciones y cooperación entre los obtentores y las autoridades de examen en la descripción de variedades; iv) aumento del interés de los obtentores extranjeros en Kenya (los obtentores fuera de Kenya presentan sus variedades en el sistema nacional de protección); v) los obtentores internacionales han constituido sus empresas en el país para producir y comercializar sus variedades; vi) mejora de la creación de la capacidad, la financiación, el intercambio de germoplasma y la comercialización de variedades.⁴

CONCLUSIONES

El sistema de PVP es un desarrollo positivo que busca abordar los intereses de los obtentores y otras partes interesadas a lo largo de la cadena de valor de las semillas. Los beneficios de la ley afectan a varios sectores de las economías de los países del África subsahariana y promoverán el desarrollo nacional. La PVP tiene un enorme potencial para mejorar la productividad y el sistema de semillas, proteger la diversidad genética y empoderar a los agricultores para acceder a nuevos mercados y atraer inversiones del sector privado al fitomejoramiento. Los países del África subsahariana deberían llevar a cabo una sensibilización agresiva y específica de las disposiciones clave, con los miembros de la Asociación Africana de Obtentores a la cabeza. Los SNIA del África subsahariana deberían crear políticas institucionales de propiedad intelectual (PI) para los SNIA que investigan sobre fitotecnología. Nunca se insistirá lo suficiente en la financiación sostenible del desarrollo de variedades y la liberación de variedades nuevas y mejoradas para satisfacer las necesidades de todos los actores a lo largo de las cadenas de valor de los cultivos de respeto.

REFERENCIAS

- Adu-Dapaah, H. (2017). Desarrollo empresarial de raíces y tubérculos. Módulo (1): Sistemas de semillas, leyes y reglamentos de la CEDEAO. 2P Concept, Tech, Printers. Protocolo de Arusha para la protección de las obtenciones vegetales de la ARIPO. Página web www.aripo.org.
- Adu-Dapaah, H. (2021) *Plant Variety Protection and Seed Business Empowerment*. Manual de formación. Senegal: CORAF.
- Almazroui, M., Saeed, S., Islam, M.N. et al. Assessment of uncertainties in projected temperature and precipitation over the Arabian Peninsula: a comparison between different categories of CMIP3 models. *Earth Syst Environ* **1**, 12 (2017). <https://doi.org/10.1007/s41748-017-0012-z>
- Anon. (2011) *Decimoquinto aniversario del Convenio de la UPOV (1961–2011)*. Publicación de la OMPI n.º 356 (E). Ginebra.
- Berg, A., & Sheffield, J. (2018). Climate change and drought: The soil moisture perspective. *Current Climate Change Reports*, **4**(2), 180– 191.
- Bucchignani E et al (2018) Climate change projections for the Middle East-North Africa domain with COSMO-CLM at different spatial resolutions. *Adv Clim Change Res*. <https://doi.org/10.1016/j.accres.2018.01.004>
- CCAFS. 2017. Informe anual 2016: El poder de las asociaciones. Wageningen, Países Bajos: Programa de investigación de CGIAR sobre Cambio climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS). Disponible en línea en: bitly.com/ccafs2016
- Chadwick, R., Good, P., Martin, G., & Rowell, D. P. (2016). Large rainfall changes consistently projected over substantial areas of tropical land. *Nature Climate Change*, **6**(2), 177– 181.

¹ Fuente: momagri.org: www.fao.org.

² www.upov.int/about/en/pdf/353_UPOV_Report.pdf.

³ Fuente: Kitisri Sukhapinda (2011) Resumen ejecutivo, simposio sobre el fitomejoramiento para el futuro.

⁴ Fuente: Simeon Kibet Kogo (2018) La protección de las obtenciones vegetales en Kenya presentada durante la Conferencia de la ARIPO en Namibia.

Eleblu, J.S.Y., Darko, E.T. and Danquah, E.Y. (2021) Case for climate smart agriculture in addressing the threat of climate change. In: Leal Filho, W., Ogugu, N., Adelake, L. and de Silva, I. (eds), *African Handbook of Climate Change Adaptation*. Cham: Springer. págs 1-15 doi: 10.1007/978-030-42091-8 32-1.

FAO (2010) Agricultura “climáticamente inteligente”: políticas, prácticas y financiación para la seguridad alimentaria, adaptación y mitigación. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

FAO. 2019. El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2019. Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos. Roma. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. ISBN 978-92-5-131789-1

Lippert, L., Thomson, P., Campbell, B.M., Baedeker, T., Braimoh, A., Bwalya, M., Torquebiau, E.F., et. al. (2014) Climate-smart agriculture for food security. *Nature Climate Change* 4: 1068–1072. doi: 10.1038/nclimate2437.

Raftery AE, Zimmer A, Frierson DMW, Startz R, Liu P. (2017). Less Than 2 °C Warming by 2100 Unlikely. *Nat Clim Chang*. 2017;7:637-641. doi: 10.1038/nclimate3352. Publ. electr.,31 de julio de 2017. PMID: 30079118; PMCID: PMC6070153.

Smith, M.R. and Myers, S.S. (2018) Impact of anthropogenic CO₂ emissions on global human nutrition. *Nature Climate Change* 8 (9): 834.

Tol, R.S.J. (2018) The economic impacts of climate change. *Review of Environmental Economics and Policy* 12: 4–25.

Convenio de la UPOV (1991). Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV), del 2 de diciembre de 1961, revisado en Ginebra el 10 de noviembre de 1972, el 23 de octubre de 1978 y el 19 de marzo de 1991.

UPOV (2018). Resumen de la UPOV, publicación n.º 437.

Zougmore, R., Partey, S., Ouédraogo, M. et al. Toward climate-smart agriculture in West Africa: a review of climate change impacts, adaptation strategies and policy developments for the livestock, fishery and crop production sectors. *Agric & Food Secur* 5, 26 (2016). <https://doi.org/10.1186/s40066-016-0075-3>

Vortrag auf dem Seminar



PLANT VARIETY PROTECTION: A CATALYST FOR DEVELOPING CLIMATE SMART CROP VARIETIES IN SUB-SAHARAN AFRICA

Prof. Hans Adu-Dapaah, FGA²

Dr. Micheal Osei Kwabena¹

Dr. Stephen Yeboah¹

¹CSIR-Crops Research Institute, P. O. Box 3785

²CSIR-College of Science and Technology, P. O. Box 3785

Introduction

- As Africa's population continues to grow (projected to be 2b by 2050) and arable land and other resources become scarce, there is the need to increase agricultural productivity (i.e. increase yields and quality using less input).

Introduction

Agricultural productivity in Africa is low compared to other parts of the world

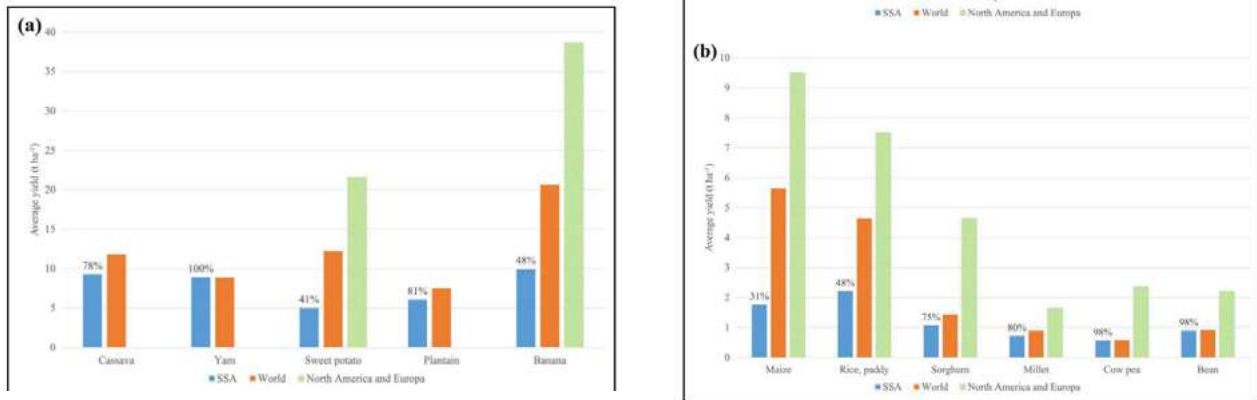


Figure 1(a) and (b) average yields (t/ha) of the 10 selected staple crops, for SSA, the world, and north America/ Europe. FAOSTAT, 2016. SSA: sub-Saharan Africa.

Challenges to agricultural production in Africa

- Rapid declining soil fertility (especially nitrogen)
- Increased complexity of pests and diseases of crops.
- Postharvest losses and short shelf- life of produce



- Inherent low yields of crops
- Lack of labour
- Bush fires leading to
- Loss of biodiversity



- Ecological concerns
- Illegal mining activities destroying agricultural lands and water bodies and distorting ecologies
- Loss of biological diversity
- Land constraints



Achieving food & nutrition security in 2050

- Africa imported roughly \$81b of food in 2019. The continent's food demand will double in the next decade.
- Crop production will have to double/triple by 2050, using limited resources (land, water, nitrogen etc.)
- Need to increase productivity per unit area (intensification)
- Smart breeding has a role to play to achieve food and nutrition security.

- Over the years the national agricultural research systems(NARS) in SSA have developed and released a number of improved crop varieties.
- Most of these varieties are being commercialised without any return on investment to the breeders who developed them.
- Funding for sustainable development of climate smart crop varieties is difficult to come by in SSA.
- PVP, when well implemented may be a catalyst for sustainable development of CSCV, since it will attract investors.

- Pre-breeding: germplasm assembly, characterisation, evaluation, selection of potential parents for breeding
- Breeding: cross, evaluate, select, evaluate multiple sites, release
- Release & registration: Assessment and release by NVRRC at vegetative and maturity stages
- Post release: seed increase, disseminate, maintenance breeding

- Smart breeding is an integration of conventional breeding strategies with advanced molecular, genomic and phenomic tools to efficiently and effectively breed resilient crop varieties.
- The varieties should possess enhanced yield potential, resistant to biotic and abiotic stresses with consumer- preferred traits.
- There are array of tools and resources available to the breeder.
- These tools and resources include the following:

- Genetic resources conserved in situ, or in vitro; gene banks, core and representative collections, diverse panels in research centers, biparental, recombinant inbred lines, nested association mapping, advanced generation inter-cross (MAGIC), & training populations.

As well as those that can be used to characterise, evaluate, select and release to end-users.

The first generation breeding tools include domestication/selection, hybridization, as well as vegetative propagation techniques

- The 2nd generation breeding tools include: in vitro propagation techniques, organogenesis & embryo rescue, anther culture, somaclonal variation, in situ conservation and in vivo dissection and analysis.
- The 3rd generation B/Ts : molecular biology tools, QTL mapping, marker assisted breeding, sequencing, targeting induced local lesions in genomes.

The 4th generation B/Ts: next generation sequencing, genome aided breeding, epigenomics, transcriptomics, gene expression regulation

- Metabolomics, proteomics, gene editing & comparative genomics.
- The third & fourth generation tools outlined above add speed and precision to the array of tools currently available to fast track the development of improved climate smart crops.
- The need to evaluate each climate change scenario with the view to decide appropriate strategies to use based on available tools and resources cannot be over-emphasised.

Achievements

Examples: The devastating nature of rosette virus in groundnut



Variety susceptible to rosette virus



Resistant variety

Achievements

CSIR-CRI developed high-yielding drought tolerant maize variety



Etubi Hybrid



Local Var

Etubi Hybrid

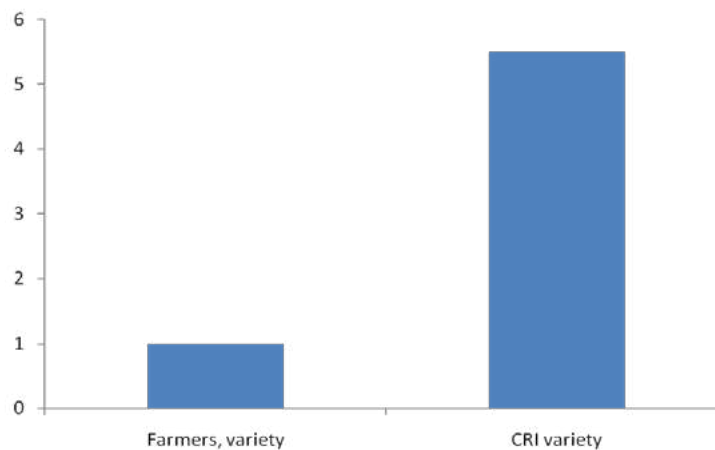
Achievements

Effect of flooding



Achievements

CSIR-CRI rice varieties compared with farmers varieties



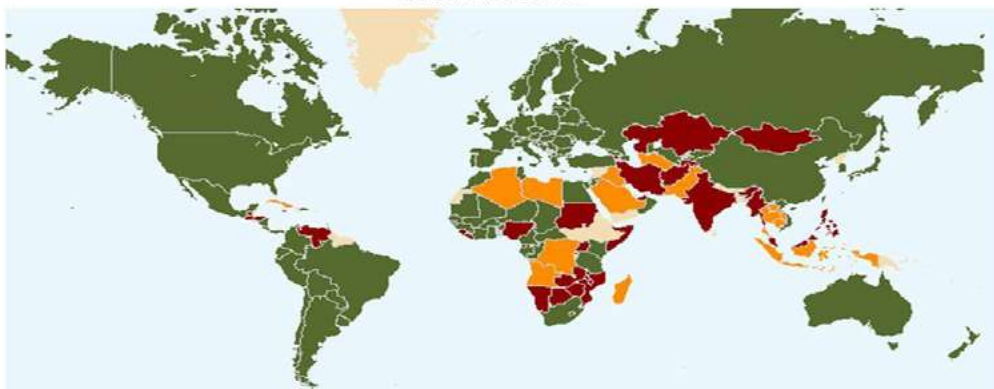
PLANT VARIETY PROTECTION SYSTEM

- The adoption of agreement on Trade Related Aspects of Intellectual Property Rights (TRIPS) required that contracting parties protect plant varieties either by **patents or by an effective *sui generis* system of protection or by a hybrid of these two systems.** (Article 27),3b) Patents and plant breeders rights are separate intellectual property rights with different conditions of protection scope and exceptions.

What is a Plant Breeder's Right?

- Plant Breeders' Right is a form of intellectual property right that seeks to grant plant breeders exclusive right to the varieties they develop.
- Plant Breeders Right aims at making sure that:
 - New varieties become available to society
 - Breeders have access to foreign varieties
 - Genetic diversity will be used sustainably
 - Export trade is supported

UPOV STATUS on November 3, 2021



The boundaries shown on this map do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of UPOV concerning the legal status of any country or territory

UPOV

- Members of UPOV (78) (covering 97 States)
- Initiating States (19) and Organization (1)
- States (22) and Organization (1) in contact with the UPOV Office

SCOPE OF BREEDER'S RIGHT

- Those acts are the following:
- Production or reproduction (multiplication)
- Conditioning for the purpose of propagation
- Offering for sale
- Selling or other marketing
- Exporting
- Importing
- Stocking for any of the above purposes

EXCEPTIONS TO THE PLANT BREEDER'S RIGHT

- The UPOV Convention establishes compulsory and optional exceptions.
- **Compulsory exceptions**
- UPOV members must provide for these exceptions. The compulsory exceptions are established in Article 15(1):
 - Acts done privately and for non-commercial purposes;
 - Acts done for experimental purposes and
 - Acts done for the purpose of breeding other varieties, and, except where the provisions of Article 14(5) apply, acts referred to in Article 14(1) to (4) in respect of such other varieties
- **Optional exceptions**
- Farm safe seed

BENEFITS UPOV SYSTEM OF PLANT VARIETY PROTECTION

- Encourages the breeding of new varieties – enabling farmers to respond to the environmental and economic challenges confronting agriculture.
- Provides farmers and growers with access to the best local and global varieties
- Enables variety choice to be combined with information and delivery of good quality planting material
- Offers a tool for capturing value through farmers and breeders

BENEFITS CONT'D

- Enables any farmer or grower to use the best available, protected varieties for breeding work
- Offers an effective and transparent system that is easily accessible for small and medium –sized enterprises
- Enables farmers and growers to develop local, national and international businesses
- Empowers farmers and growers in the production chain

CASE STUDY

- PVP Implementation in Kenya
- Status of Plant Variety Protection
- A total of 1639 applications for PVP received by April 2018
- Local (Kenyan) = 31.21% applications
- Foreign = 68.79% applications
- Local applicants are from:
 - Public institutions = 80.55%
 - Private institutions = 19.45 %

Impact of PVP in Kenya

- Employment creation: estimated at over 500,000 people (including over 100,000 flower farm employees) depend on the horticulture industry.
- Increase in introduction of crop varieties as a result of enhanced variety description- the latter made possible by: (i) readily available UPOV test guidelines for most agricultural crops (ii) Trained personnel by UPOV on development of national test guidelines (iii) Collaborations and cooperation between the breeders and the testing authorities on variety description.

CONCLUSION

- The PVP system is a positive development which seeks to address the interests of plant breeders and other stakeholders along the seed value chain.
- The benefits of PVP cuts across several sectors of the economies of sub-Saharan African countries and will promote national development.
- The PVP has an enormous potential to improve productivity, the seed system, protect genetic diversity, and empower farmers to access new markets and attract private sector investments in plant breeding.

CONCLUSION

- The formation of African Plant Breeders Association in 2019 with branches in most African countries is a positive development for PVP implementation in SSA.

FITOMEJORAMIENTO Y PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES PARA LA ADAPTACIÓN DE VARIEDADES AL CLIMA JAPONÉS

Sr. Yasunori EBIHARA,

Director de la Oficina de Variedades Vegetales, División de Propiedad Intelectual, Oficina de Exportación y Asuntos Internacionales, Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca (MAFF) (Japón)

IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS PRODUCTOS AGRÍCOLAS

El cambio climático tiene diversos efectos adversos, como el aumento de las temperaturas, el incremento de las precipitaciones extremas y la subida del nivel del mar. Entre estos efectos, el aumento de las temperaturas tiene repercusiones especialmente graves en la producción agrícola. Se prevé que las altas temperaturas provoquen un crecimiento deficiente de los cereales y alteraciones en la coloración de la cáscara, lo que conlleva a la modificación de la superficie apta para el cultivo. Por ejemplo, dentro de 40 años, la parte meridional de Japón dejará de ser apta para el cultivo de manzanas, y se prevé que la zona de cultivo de manzanas se desplace hacia el norte. La misma situación se prevé en otros productos agrícolas.

El calentamiento global también está afectando a la calidad de nuestro alimento básico, el arroz. Las altas temperaturas disminuyen la cantidad de almidón depositado en un grano maduro y el grano se vuelve blanco, lo que significa que la calidad del arroz disminuye considerablemente. Estos problemas de crecimiento son cada vez más frecuentes.

Además, el calor provoca alteraciones en la coloración y el cuajado de los frutos en los árboles frutales. Cuando las manzanas se exponen a un calor extremo, su comercialización se ve considerablemente reducida por una coloración roja insuficiente o retardada. En el caso de las uvas, también se registran defectos en el crecimiento de los frutos, así como una coloración deficiente.

NUEVAS OBTENCIONES VEGETALES PARA ADAPTARSE AL CAMBIO CLIMÁTICO

En Japón se están desarrollando variedades tolerantes al estrés térmico. Por ejemplo, se han desarrollado nuevas variedades de arroz que presentan alteraciones mínimas en condiciones de calor. La variedad de arroz “Niji no Kirameki” contiene menos granos inmaduros en comparación con la variedad popular tradicional “Koshihikari”. Estas variedades tolerantes al calor son apreciadas por los agricultores. Se han desarrollado nuevas variedades frutales caracterizadas por una buena coloración incluso en condiciones de calor. La nueva variedad de Impatiens “SunPatients” tolera la luz solar intensa y el calor.

Se utilizan nuevas técnicas de mejoramiento, como la edición del genoma, para desarrollar trigo tolerante a la germinación antes de la cosecha. Se espera que este trigo evite un descenso significativo del rendimiento y la calidad cuando se produzcan precipitaciones.

Reconocer nuevas obtenciones vegetales es la clave para adaptarse al calentamiento global. Japón está desarrollando un “sistema de mejoramiento inteligente” que integra gran cantidad de datos sobre fenotipo y genotipo y nuevas técnicas de mejoramiento para facilitar el desarrollo de nuevas obtenciones vegetales. Las variedades adaptadas al cambio climático son nuestro activo y fomentan la competitividad internacional en el sector agrícola, mientras que el sistema de protección de las obtenciones vegetales (PVP) es la base para fomentar el desarrollo de nuevas obtenciones vegetales.

ESTRATEGIA DE PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES

Se han precisado 33 años para desarrollar la nueva variedad de uva japonesa “Shine Muscat”, y 13 investigadores se han dedicado a este proyecto en los últimos 18 años. Gracias a su buena calidad, el precio de mercado es el doble que el de otras variedades de uva, lo que contribuye a aumentar los ingresos de los agricultores. Sin embargo, cuando se dio a conocer esta variedad, el obtentor no adquirió los derechos de obtentor (PBR) en el extranjero. Como resultado, la “Shine Muscat” se ha extendido ampliamente, sin protección, en Asia, en contra de la intención del obtentor. Esto significa que los agricultores de Japón están perdiendo en el mercado de exportación la “Shine Muscat” original. Las partes interesadas de Japón reconocen la importancia del sistema de PVP y la necesidad de reforzarlo, así como de acelerar el fitomejoramiento.

El Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca elaboró la “Estrategia de Propiedad Intelectual 2025 del MAFF” en 2021. La estrategia proporciona claramente la dirección de la política de PI de Japón. Las tres iniciativas siguientes abordan la salida involuntaria de variedades protegidas:

- modificación de la Ley de Protección de las Obtenciones Vegetales y Semillas para reforzar el sistema de PVP;
- sensibilización y apoyo a la protección de las variedades japonesas en el extranjero;
- mejora de la cooperación en materia de PVP en Asia.

En lo que respecta a la cooperación, Japón ha promovido la cooperación en materia de PVP junto con la UPOV y el Foro de Asia Oriental para la Protección de las Obtenciones Vegetales (Foro EAPVP). Japón se ha comprometido a contribuir a la creación de “e-PVP Asia”, que es una plataforma de cooperación destinada a prestar servicios para mejorar la eficacia de la presentación y administración de solicitudes y concesiones de derechos de obtentor en los países participantes en e-PVP Asia, y a mejorar la cooperación en el examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad (DHE) entre los países participantes. Por lo tanto, “e-PVP Asia” ayudará tanto a los obtentores como a las autoridades de PVP de los miembros de la UPOV en Asia. Japón cree que e-PVP Asia fortalecerá el sistema de PVP en Asia y ofrecerá a los agricultores mayores oportunidades de beneficiarse de las nuevas obtenciones vegetales.

Vortrag auf dem Seminar

Plant breeding and PVP for variety adaptation to the Japanese climate

Yasunori Ebihara
Plant Variety Protection Office, Intellectual Property Division
Export and International Affairs Bureau
MAFF of Japan



12 Oct 2022

Introduction

- As Africa's population continues to grow (projected to be 2b by 2050) and arable land and other resources become scarce, there is the need to increase agricultural productivity (i.e. increase yields and quality using less input).

Impacts of Climate Change on agricultural products

Rice



Immature starch formation in grain due to high temperatures.

Apple



Poor or delayed coloring of fruit due to high temperature

Deterioration of fruit quality reported in other fruits (grapes, peaches, etc.)

New plant varieties are key to adapt to Climate Changes

Rice

High temperature tolerant variety with few immature grains



NIJINOKIRAMEKI (protected new variety)

KOSHIHIKARI (existing variety)

Grapes

New varieties with good coloration even at high temperatures



Grosz Krone (PVP applied)

Apples

New varieties with good coloration even at high temperatures



BENIMINORI

KINSHU

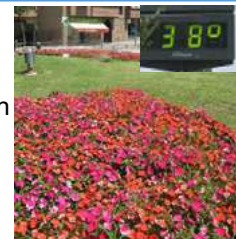
TSUGARU

New varieties with good coloration

(existing variety)

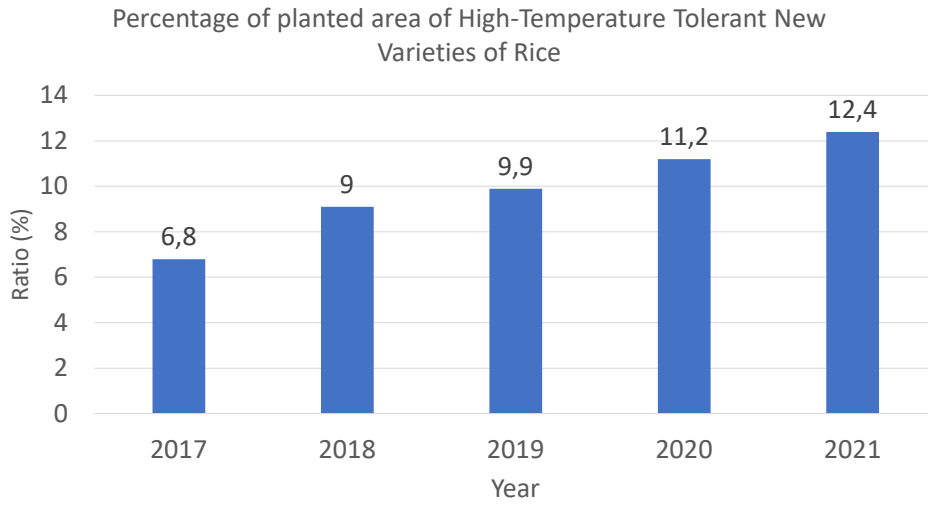
Impatiens

· Growing well in wide range conditions, even at high temperature



SunPatiens

Growing needs for new varieties to adapt climate change



Innovation to facilitate breeding of new varieties to adapt to Climate Change

“Smart breeding system” in combination with AI and new breeding technologies will enable more efficient and faster breeding by big data on phenotype-genotype information.

Developing the “Smart breeding system”

Market demand Meteorological data

Cultivation data genome information

Facilitates the breeding of improved varieties adapted to climate change


Genome Editing Technologies

- Pre-harvest sprouting tolerant wheat variety


It was bred by Okayama university and National Agriculture and food Research Organization.

Case Unintended outflow of plant varieties developed in Japan

Shine Muscat



- Bred in Japan
- Registered in 2006
- Period of breeding is 33 years !!
- It has a strong sweetness, excellent taste, and can be eaten with the skin, so it is traded with high price.
- It is high expected as a main product of export.



**Japan
Brand!!!**

As the background of this case, two factors are identified:

1. Because domestic seed/seedling market was large enough to sustain breeding activities, Japanese breeders haven't tended to acquire PBRs for their new varieties outside Japan.
→ Duration of Novelty was already over, and breeders could not apply for their variety to overseas

2. Under the Japan's PVP Act before its amendment, once a protected seedling is released to the market, PBR of that seedling is exhausted on export.

30 times more area under cultivation abroad (53,000 ha) than in Japan (1,840 ha)

Consequently,...

Production, Trade, or Marketing of "Shine Muscat" has been widely spread in Asia, and which is not the intention/strategy of the breeder of "Shine Muscat".

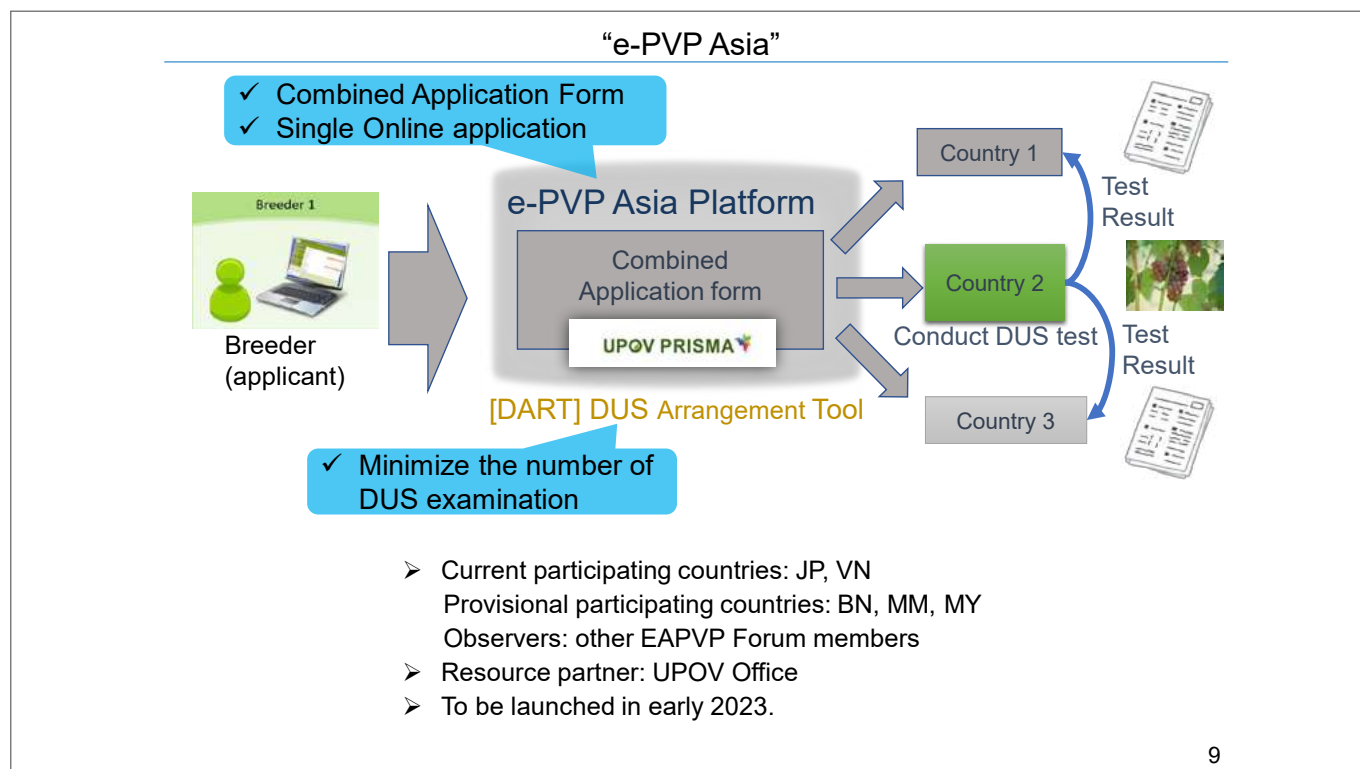
→ This situation caused not only a loss of Japan's export market, but also damage of Japan's Brand

Strategy of Plant Variety Protection - IP Strategies 2025

- Unintended outflow of new plant varieties to the foreign countries
- Lack of awareness of importance of PVP



| Amendment of the PVP Act in JP | Encourage breeders to apply foreign countries | Enhancement of cooperation with PVP Office in foreign countries |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ➢ Designation of export destination country by right holders when filing application ➢ Any acts in respect of the propagating material of protected varieties shall require the authorization of right holders (except with "Compulsory exemption") | <ul style="list-style-type: none"> ➢ Government provides support and raising awareness of the protection of new plant varieties in foreign countries to enforce the breeders' right (Injunction, compensation claims) | <ul style="list-style-type: none"> ➢ Efficient application in Asian countries ➢ Enhanced DUS cooperation to minimize the number of DUS examination in participating counties |



Thank you for your attention!

PREGUNTAS

SUKHAPINDA, Kitisri (Sra.), abogada de patentes de la Oficina de Política y Asuntos Internacionales (OPIA), Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos de América (USPTO) (Estados Unidos de América) (moderadora)

En este momento, quiero abrir el turno de preguntas. Nos quedan muy pocos minutos, así que, por favor, levanten la mano, la mano verde y podremos, ya saben, pedirles que formulen su pregunta.

HUERTA, Yolanda (Sra.), Consejera Jurídica y Directora de Formación y Asistencia de la UPOV

Kitisri, había una pregunta del profesor Morten.

LILLEMO, Morten (Sr.), profesor, Universidad Noruega de Ciencias Biológicas, Profesorado de Biociencias, (Noruega) (orador)

Sí. Tengo una breve pregunta con respecto a la presentación del Canadá para Anthony Parker. ¿Las empresas privadas de fitomejoramiento del Canadá también utilizan este Convenio de la UPOV o utilizan patentes de obtenciones vegetales?

PARKER, Anthony (Sr.), Comisionado, Oficina de Derechos de Obtentor, Agencia Canadiense de Inspección Alimentaria (CFIA) (Canadá) (orador)

Gracias por la pregunta, profesor. En el Canadá, los derechos de obtentor reconocidos por la UPOV son utilizados tanto por el sector público como por el privado. La proporción de utilización en los cereales depende realmente de los cultivos. Tiende a estar más dominado por las entidades del sector público, debido específicamente a la falta de un buen sistema de recolección de semillas conservadas en las explotaciones agrícolas.

Sin embargo, en otros cultivos, como la soja, el maíz y la colza, la protección de las obtenciones vegetales es utilizada casi exclusivamente por el sector privado. En el Canadá se da la interesante situación, que también ocurre en otros países, de que las formas de vida superiores no son materia patentable, pero las subunidades, como los genes específicos, sí lo son. En general el sector privado recurre a la protección de patentes para aspectos como los rasgos modificados genéticamente.

SUKHAPINDA, Kitisri (Sra.), abogada de patentes de la Oficina de Política y Asuntos Internacionales (OPIA), Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos de América (USPTO) (Estados Unidos de América) (moderadora)

Muy bien. Gracias por la pregunta y por la respuesta. ¿Tenemos otras preguntas? Tenemos tiempo para una pregunta más.

HUERTA, Yolanda (Sra.), Consejera Jurídica y Directora de Formación y Asistencia de la UPOV

Laura Villamayor ha pedido la palabra.

SUKHAPINDA, Kitisri (Sra.), abogada de patentes de la Oficina de Política y Asuntos Internacionales (OPIA), Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos de América (USPTO) (Estados Unidos de América) (moderadora)

Muy bien, adelante Laura.

VILLAMAYOR, María Laura (Sra.), Coordinadora de Relaciones Institucionales e Interjurisdiccionales, Instituto Nacional de Semillas (INASE), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, Buenos Aires, Argentina

Buenos días. También me gustaría hacerle una pregunta a Anthony. Usted mencionó, si entendí bien, que ¿están utilizando marcadores moleculares? Porque nosotros también estamos tratando de validar marcadores moleculares para identificar variedades. Entonces, ¿en qué especies están probando esta nueva tecnología para validar los marcadores moleculares de variedades? Porque los estamos usando para la soja y para el trigo, y me gustaría saber si tienen alguna experiencia al respecto, y si nos la pueden contar. Gracias, Anthony. Gracias por su excelente presentación.

PARKER, Anthony (Sr.), Comisionado, Oficina de Derechos de Obtentor, Agencia Canadiense de Inspección Alimentaria (CFIA) (Canadá) (orador)

Gracias, Laura. Sí, de hecho el proyecto de investigación específico del que estábamos hablando era sobre el uso de marcadores ópticos por parte de una institución pública para evaluar variedades de trigo. Por el momento, no lo hemos incorporado a nuestro programa de evaluación de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad (DHE). Se trata simplemente de un proyecto de investigación centrado específicamente en las características de las líneas de trigo desarrolladas a lo largo de 120 años con el fin de identificar características útiles para el cambio climático.

Así que todavía no los hemos utilizado en nuestra oficina, pero seguimos abiertos, como muchos países miembros de la UPOV, al potencial no solo de los marcadores biomoleculares, sino quizás de nuevas técnicas de evaluación de fenotipos para establecer la distinción, la homogeneidad y la estabilidad. Pero, lamentablemente, nuestra oficina no se encuentra en ese momento. Por lo tanto, si Argentina ha trabajado en esa área o en cualquier otra, nos encantaría conocerla y que nos informaran al respecto. Gracias.

VILLAMAYOR, María Laura (Sra.), Coordinadora de Relaciones Institucionales e Interjurisdiccionales, Instituto Nacional de Semillas (INASE), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, Buenos Aires, Argentina

Sí, de hecho estamos trabajando en nuestros laboratorios en el Instituto Nacional de Laboratorios solo para validar esta técnica, para que podamos compartir nuestra experiencia y tal vez podamos compartirla con los otros miembros de la UPOV también. Muchas gracias.

EL PAPEL DE LA PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES EN LA PROMOCIÓN DEL DESARROLLO DE VARIEDADES VEGETALES ADAPTADAS AL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU MITIGACIÓN EJEMPLO DE KENYA

Sr. Simon Mucheru Maina

Servicio de Inspección Fitosanitaria de Kenya (KEPHIS) (Kenya)

INTRODUCCIÓN

La agricultura es el pilar de la economía de Kenia, a la que aporta aproximadamente el 33 % del Producto Bruto Interno. Emplea a más del 40 % de la población total y al 70 % de la población rural. El sector agrícola representa el 65 % de los ingresos de exportación y proporciona sustento a más del 80 % de la población de Kenia, lo que contribuye a mejorar la nutrición mediante la producción de alimentos seguros, diversos y densos en nutrientes (Gobierno de Kenia 2011; FAO 2010).

Los principales cultivos alimentarios de Kenia son el maíz, el trigo, el arroz, las papas, los gramos verdes y los porotos. El maíz es el principal alimento básico de Kenia, y se cultiva en el 90 % de las explotaciones de Kenia, mientras que el poroto común es el cultivo de leguminosas más importante (AFA 2021). Los cultivos resistentes a la sequía, como el sorgo, el caupí y el guandú, son cada vez más importantes debido al cambio climático.

La agricultura en Kenia es principalmente de secano. Esto supone un desafío, ya que solo el 20 % de la tierra recibe precipitaciones fiables, mientras que el resto del país es árido o semiárido. La presión demográfica en las zonas altamente productivas y la consiguiente conversión de tierras agrícolas en asentamientos humanos, junto con la degradación del suelo debida a un uso insostenible, han provocado una reducción de la productividad. Cada vez es más importante que los agricultores se aventuren en los entornos más secos para la producción agrícola. La situación se ve agravada por el cambio climático.

El cambio climático ha provocado un aumento de las temperaturas y cambios en las tendencias y pautas estacionales. En los últimos años, Kenia ha sido testigo de largos períodos de sequía y lluvias fuera de las estaciones normales. También se han producido inundaciones. Con el cambio de las condiciones climáticas, el país ha sido testigo de la aparición y propagación de nuevas plagas y enfermedades, como la necrosis letal del maíz y el gusano cogollero, entre otras. Todos estos factores han amenazado la seguridad alimentaria. Por lo tanto, es muy importante que los obtentores desarrollen variedades resistentes a las duras condiciones agroecológicas.

PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES EN KENYA

Durante los últimos 25 años, el Gobierno de Kenia se ha embarcado en la promoción del fitomejoramiento mediante la aplicación de un sistema de protección de las obtenciones vegetales. En virtud de este sistema, los obtentores de nuevas obtenciones vegetales obtienen derechos que garantizan que cualquier persona que desee comercializar sus variedades obtenga una licencia y pague regalías por la venta de la variedad. De este modo, el obtentor puede recuperar el costo de su inversión, lo que le motiva a desarrollar nuevas variedades de cultivo.

La oficina que administra la protección de las obtenciones vegetales se creó en 1997 y desde 1998 depende del Servicio de Inspección Fitosanitaria de Kenia (KEPHIS). El marco jurídico de la protección de las obtenciones vegetales está previsto en la Ley de Semillas y Obtenciones Vegetales (Cap. 326) de la legislación de Kenia. Kenia también aplica el Convenio de la UPOV, al que se adhirió en 1999 en virtud del Convenio de 1978. Actualmente, Kenia aplica el Convenio de la UPOV de 1991 tras su adhesión a este Convenio en mayo de 2016. Kenia concede derechos de obtentor para todos los géneros y especies vegetales.

El establecimiento de una oficina de protección de las obtenciones vegetales y la posterior adhesión a la UPOV confirieron las siguientes ventajas: directrices de examen de la UPOV fácilmente disponibles para la mayoría de los cultivos agrícolas; personal capacitado gracias a la cooperación con la UPOV y sus miembros en la elaboración de directrices de examen nacionales; colaboración y cooperación entre los obtentores y la autoridad de examen en las descripciones de variedades. El resultado ha sido una mejora de la capacidad de examen de variedades.

El KEPHIS se ha dedicado a sensibilizar a los obtentores para que desarrollen nuevas variedades y se beneficien del sistema de protección de las obtenciones vegetales. El resultado ha sido una mayor introducción de nuevas variedades de cultivo.

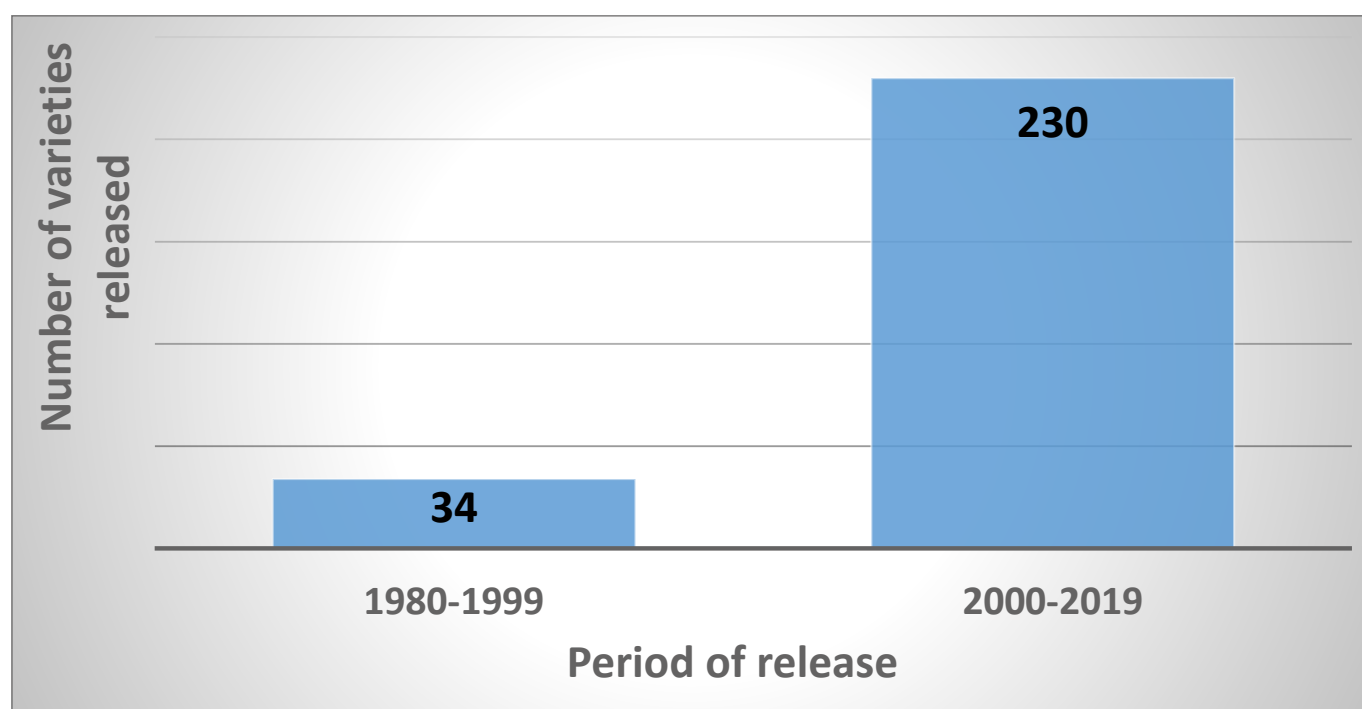


Figura 1. Comparación de las variedades tolerantes a la sequía introducidas durante los períodos de 1980 a 1999 y de 2000 a 2019 (Fuente: KEPHIS).

Los obtentores se han embarcado en el desarrollo de variedades tolerantes a la sequía de maíz, batata, mandioca, sorgo, guandules, amaranto y gramíneas de pastizal, entre otras. La aplicación de un sistema de protección de las obtenciones vegetales ha multiplicado casi por siete el número de variedades tolerantes a la sequía dadas a conocer para su comercialización. Solo en los últimos tres años se han introducido 41 variedades climáticamente inteligentes. También se están realizando esfuerzos para dar a conocer variedades tolerantes a plagas y enfermedades con el fin de contrarrestar las plagas emergentes como consecuencia del cambio climático. Se han introducido dieciséis variedades tolerantes a la necrosis letal del maíz, mientras que se están evaluando variedades de maíz tolerantes al gusano cogollero.

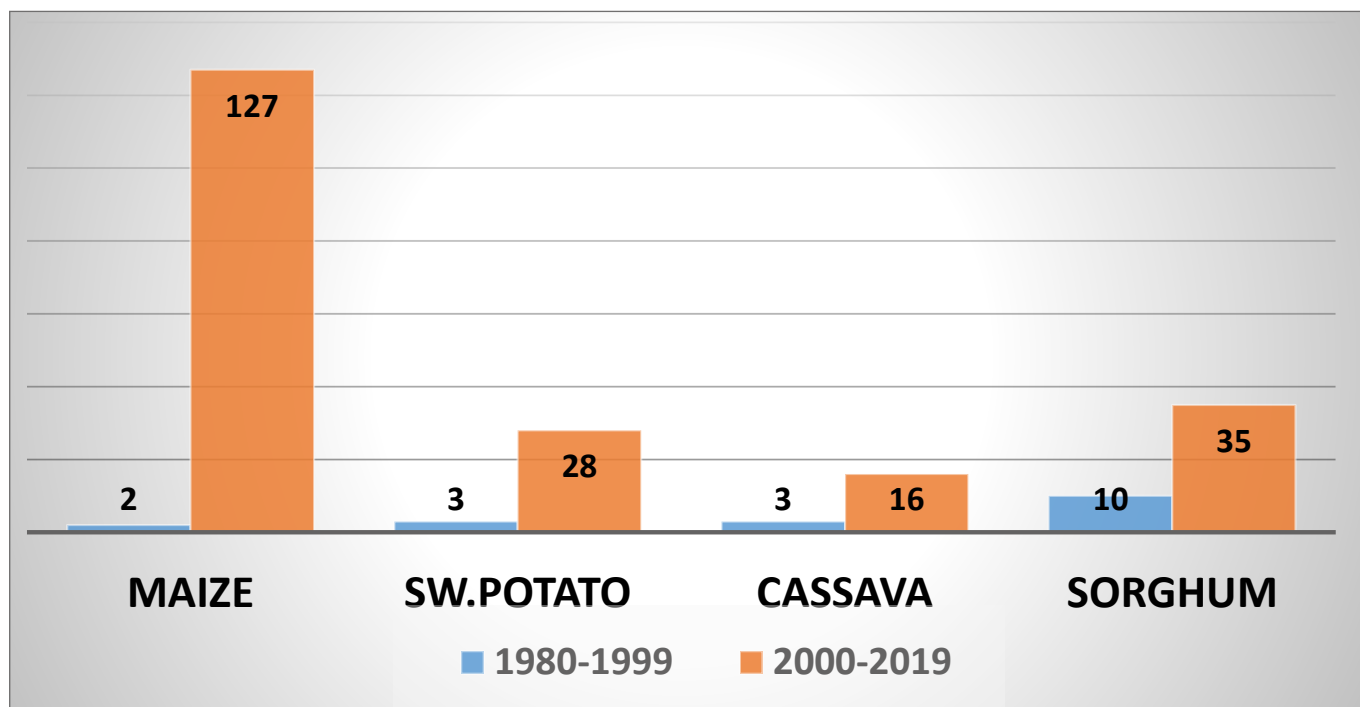


Figura 2. Comparación de las variedades tolerantes a la sequía de cultivos específicos introducidas durante los períodos de 1980 a 1999 y de 2000 a 2019 (Fuente: KEPHIS).

Inicialmente, la mayor parte del fitomejoramiento corría a cargo de obtentores públicos, pero, con la implementación de la protección de las obtenciones vegetales, las empresas privadas de semillas se dedican al fitomejoramiento.

Como consecuencia del cambio climático, los obtentores han respondido desarrollando variedades de nuevos tipos de especies. En los últimos diez años, se han desarrollado nuevas variedades de amaranto y gramíneas de pastizal. Las gramíneas de pastizal, en particular, repercutirán en la producción ganadera de las zonas más secas del país.

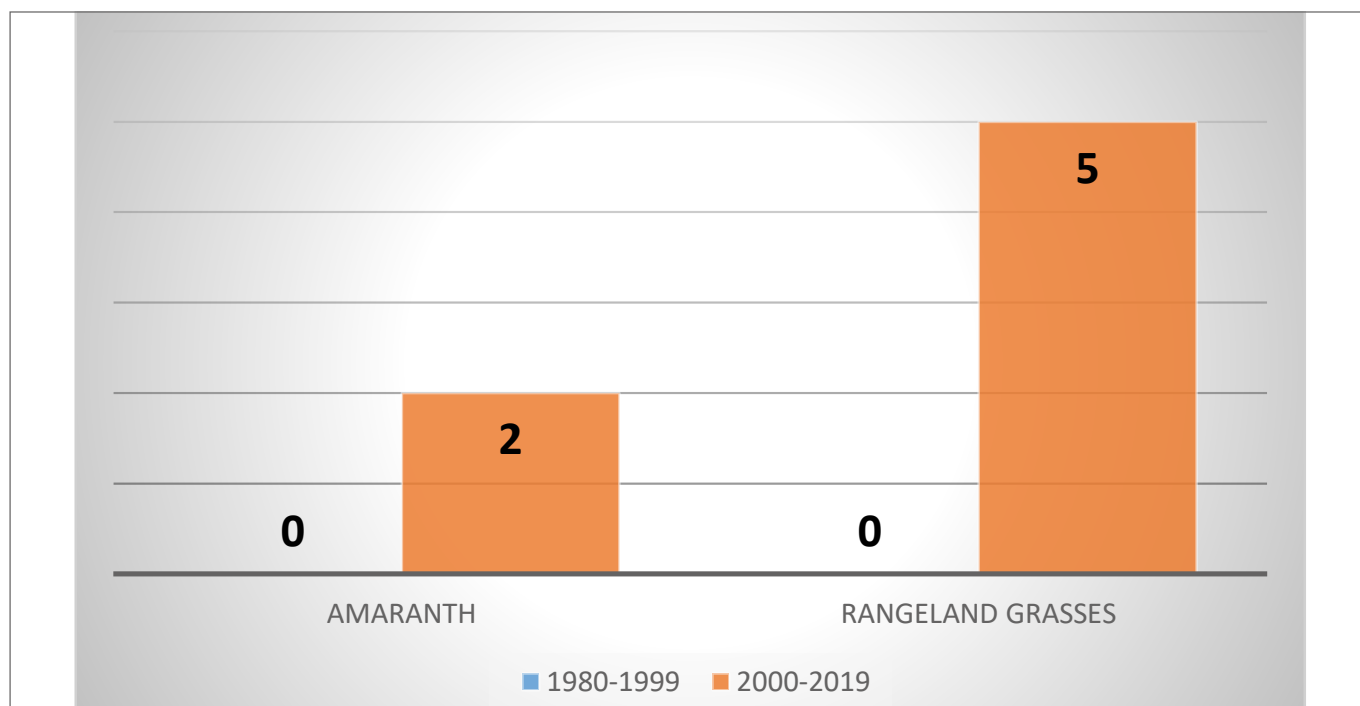


Figura 3. Introducción de variedades de amaranto y gramíneas tolerantes a la sequía (Fuente: KEPHIS).

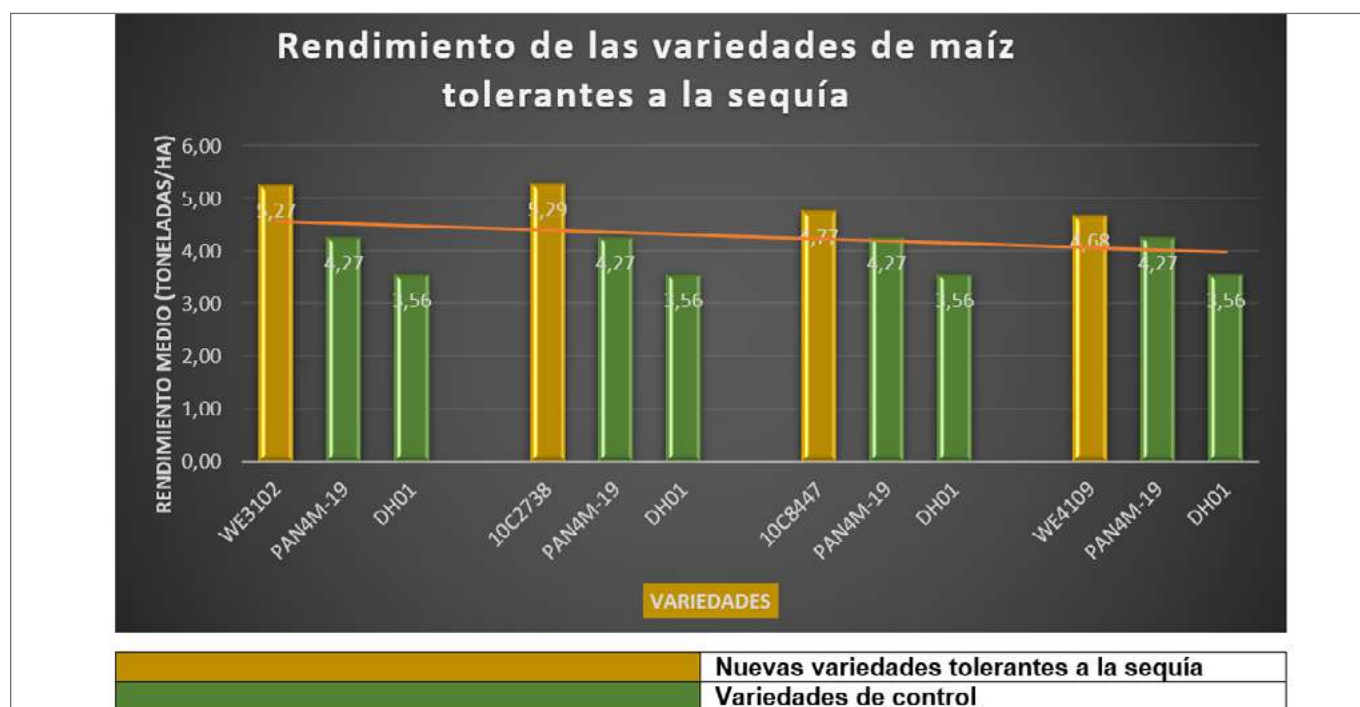


Figura 4. Aumento de la producción mediante el mejoramiento de variedades de mejor rendimiento y más tolerantes a la sequía (Fuente: KEPHIS).

Tras la introducción de la protección de las obtenciones vegetales en Kenya, se ha producido un desarrollo considerable de variedades resistentes al clima. Ello se ha debido a que los obtentores tienen la seguridad de que sus inversiones se rentabilizarán tras el desarrollo de nuevas variedades; la mejora de la capacidad de examen de nuevas variedades; y la colaboración y cooperación entre los obtentores y la autoridad de examen en materia de examen de variedades.

REFERENCIAS


AFA (Agriculture and Food Authority) (2021) Overview of Food Crops. <http://food.agricultureauthority.go.ke/index.php/sectors/overview>

FAO (2010) Agricultural Policy Frameworks in Kenya. Food and Agriculture Policy Decision Analysis. http://www.fao.org/fileadmin/templates/fapda/Kenya-Policy_Report.pdf


Government of Kenya (2011) *Medium-Term Expenditure Framework 2011/12–2013/14*. Report for the Agriculture and Rural Development Sector. Nairobi: Government Printers.

USAID Kenya. <https://www.usaid.gov/kenya/agriculture-and-food-security>


Vortrag auf dem Seminar



THE ROLE OF PVP IN PROMOTING DEVELOPMENT OF CROP VARIETIES THAT ADAPT TO, AND MITIGATE, CLIMATE CHANGE – EXAMPLE OF KENYA”



Simon M. Maina
Head, Seed Certification and Plant
Variety Protection
KEPHIS



Introduction

- The Kenyan economy is largely dependent on agriculture for raw materials, food security, employment and general livelihoods.
- Climate change has resulted in increased temperatures, changes in seasonal trends and patterns.
- In recent years, Kenya has witnessed extended dry periods and rainfall outside the normal seasons.
- With the changing climatic conditions, the country has witnessed emergence of new pests and diseases such as maize Lethal Necrosis (MLN), Fall Army Worm (FAW) among others.
- It is therefore very important for breeders to develop varieties that are resilient to harsh agro-ecological conditions.



Plant Variety Protection in Kenya

- The office to administer the PVP was established in 1997 and has functioned under KEPHIS since 1998
- Kenya acceded to UPOV under the 1978 Convention in **13th May 1999**
- The Seeds and Plant Varieties Act was amended in **2012** to incorporate aspects of the 1991 Act of the UPOV.
- In **May 2016**, Kenya acceded to the 1991 Act of the UPOV Convention.
- Kenya grants PBRs for all plant genera and species

UPOV



Plant Variety Protection in Kenya

- Establishment of a PVP office and subsequent membership to UPOV, conferred the following advantages:
 - Readily available UPOV test guidelines for most of the Agricultural crops
 - Trained personnel through cooperation with UPOV and UPOV members on development of national test guidelines.
 - Collaboration and co operation between the breeders and the testing authority on variety description.
- KEPHIS engaged in sensitization of breeders to develop new varieties and benefit from the PVP system.
- This led to increased introduction of crop varieties

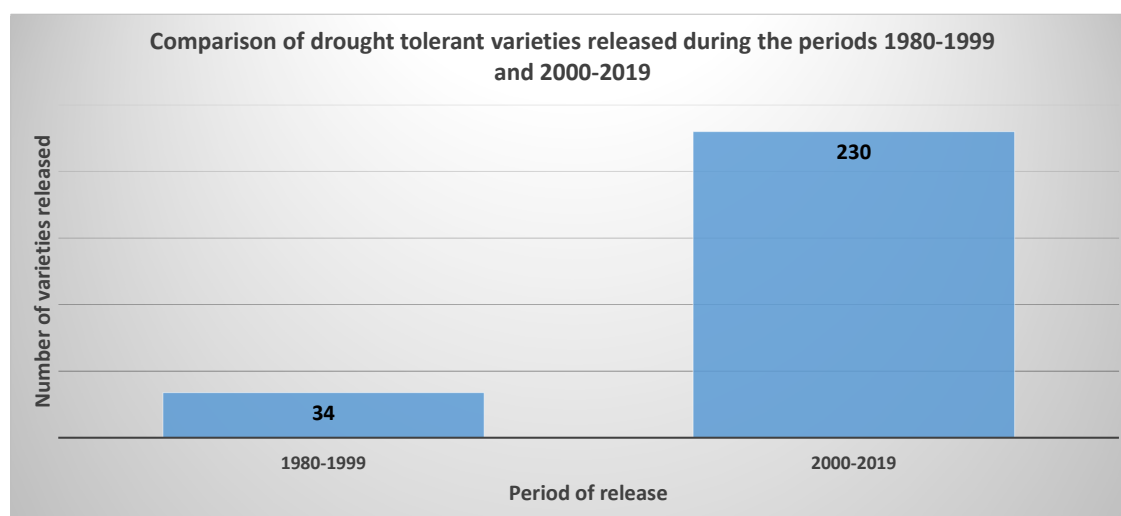


Development of Climate Smart Varieties

- During the last 10 years, breeders have embarked on development of drought tolerant varieties of maize, sweetpotato, cassava, sorghum, pigeon peas, amaranth, rangeland grasses among others.
- There are also efforts to release pest and disease tolerant varieties to counter emerging pests as a result of climate change.
- Sixteen (16) varieties tolerant to Maize Lethal Necrosis Disease (MLND) have been released,
- Varieties of Fall Army Worm (FAW) tolerant maize are under evaluation.

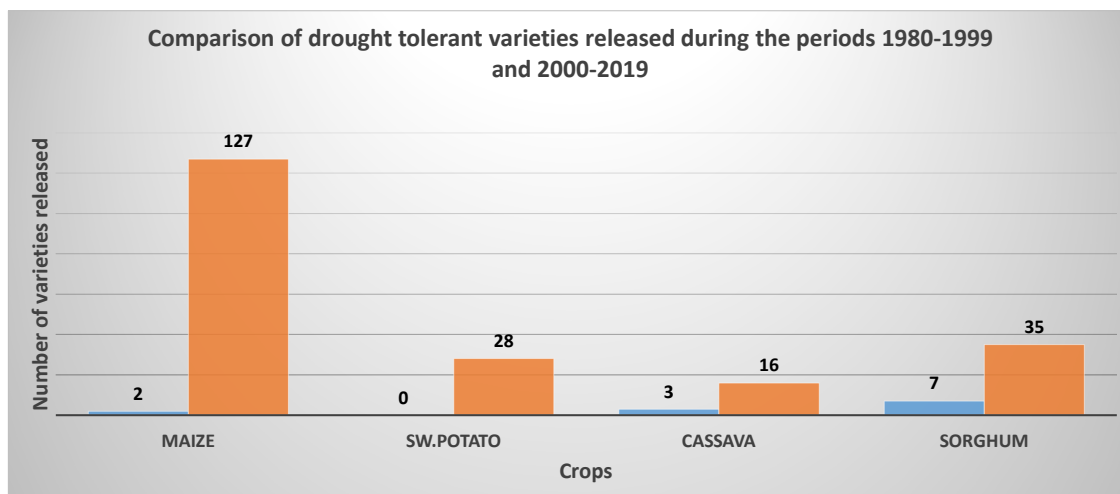


Development of Climate Smart Varieties

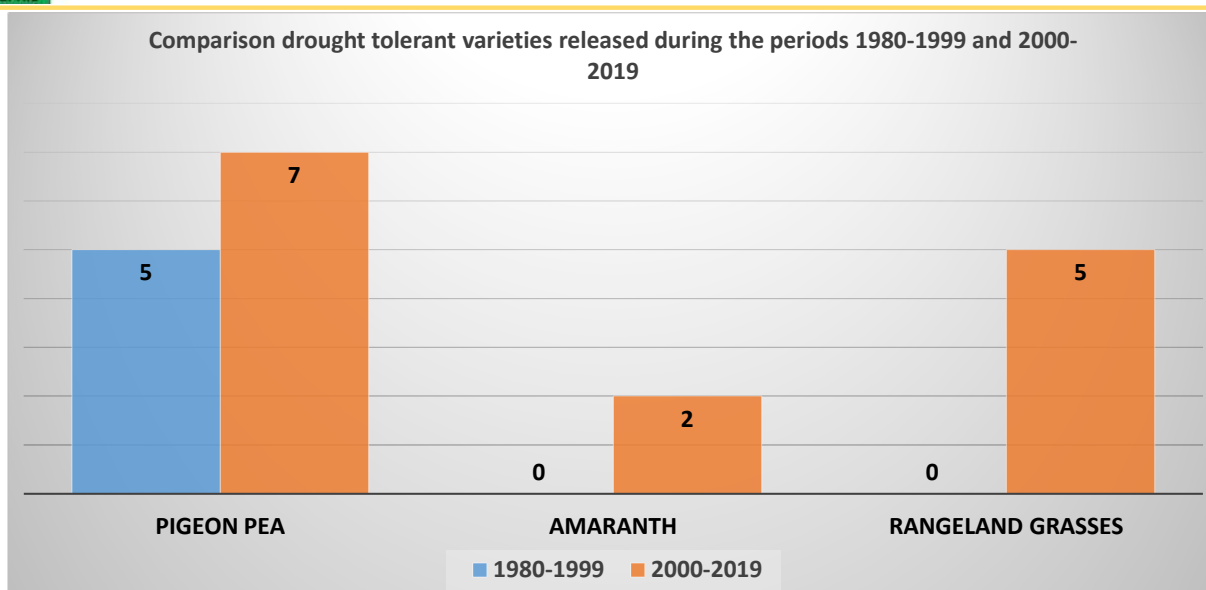




Development of Climate Smart Varieties



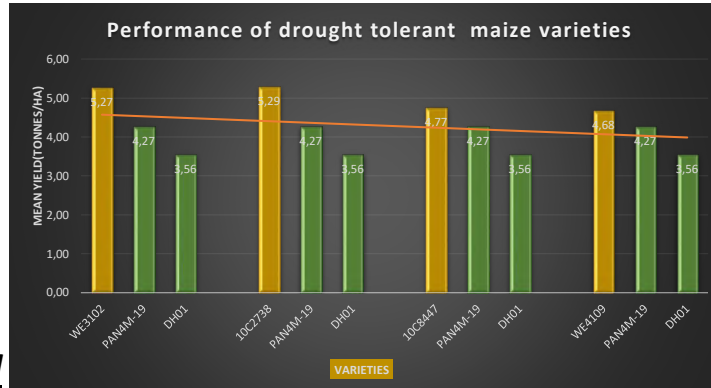
Development of Climate Smart Varieties



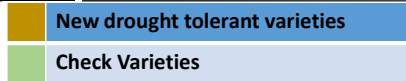


Development of Climate Smart Varieties

Increased production through breeding of better yielding and drought tolerant varieties



Legend

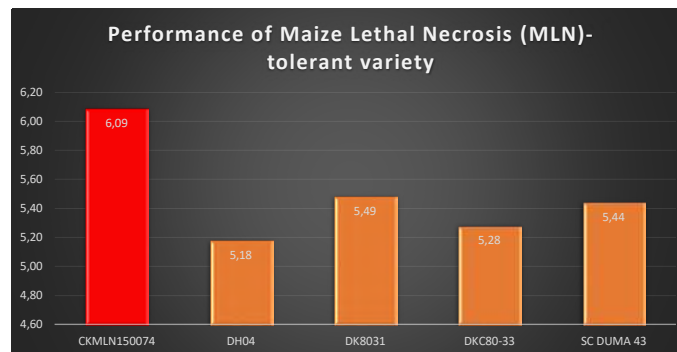


Source: KEPHIS VCU Data - 2017

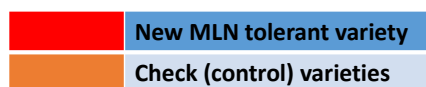


Development of Disease Tolerant Varieties: Food Security

- Development and release of MLN tolerant varieties thus improved yields



Legend:



Source: KEPHIS VCU Data;2015



Conclusion

- There is considerable development of climate resilient varieties following introduction of plant variety protection in Kenya.
- This has come as a result of:
 - Breeders having assurance on return of investment following development of new varieties.
 - Enhanced capacity for testing of new varieties through cooperation with UPOV and UPOV members.
 - Collaboration and co operation between the breeders and the testing authority on variety testing.



Thank you for your kind attention!



For more information contact:
Managing Director
KENYA PLANT HEALTH
INSPECTORATE SERVICE (KEPHIS)
P. O. Box 49592-00100 Nairobi, Kenya.
Tel: +254-722 891000
E-mail: director@kephis.org
Website: www.kephis.org

REPERCUSIÓN DEL SISTEMA COMUNITARIO DE PROTECCIÓN DE VARIEDADES EN LA ECONOMÍA DE LA UNIÓN EUROPEA Y EL MEDIO AMBIENTE

Sr. Francesco Mattina, Presidente, Oficina Comunitaria de Variedades Vegetales (OCVV)

Sr. Nathan Wajzman, Economista Jefe del Observatorio Europeo de las Vulneraciones de los Derechos de Propiedad Intelectual y de la Oficina Europea de la Propiedad Intelectual (EUIPO)

INTRODUCCIÓN

El presente documento es una recopilación de los principales elementos presentados por los autores en su ponencia en el seminario de la UPOV sobre “la importancia del fitomejoramiento y la protección de las obtenciones vegetales a la hora de propiciar que la agricultura mitigue los efectos del cambio climático y se adapte a éste”, desarrollada con más detalle. Este documento también puede servir de resumen de las principales conclusiones del estudio sobre el “impacto del sistema de protección comunitaria de las obtenciones vegetales en la economía y el medio ambiente de la UE” (“estudio”), del que son coautores la Oficina Europea de la Propiedad Intelectual (EUIPO) (el proyecto fue dirigido por el Observatorio Europeo de las Vulneraciones de los Derechos de Propiedad Intelectual) y la OCVV.

El artículo comienza con unas observaciones introductorias generales sobre el estudio, seguidas de una presentación de las principales conclusiones incluidas en el capítulo sobre el impacto del sistema de protección comunitaria de las obtenciones vegetales en la economía de la UE y en el capítulo sobre el impacto del sistema de protección comunitaria de las obtenciones vegetales en el medio ambiente, y a continuación se presentan algunas consideraciones finales.

OBSERVACIONES GENERALES SOBRE EL ESTUDIO DEL IMPACTO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN COMUNITARIA DE LAS OBTENCIONES VEGETALES EN LA ECONOMÍA Y EL MEDIO AMBIENTE DE LA UE

El estudio es el primero que evalúa de forma holística el impacto del sistema de protección comunitaria de las obtenciones vegetales en la Unión Europea. Se dio a conocer públicamente el 28 de abril de 2022 en Angers (Francia) en la conferencia sobre políticas de la OCVV “Protección de las obtenciones vegetales: el camino hacia una mayor sostenibilidad, innovación y crecimiento en la Unión Europea”, evento organizado por la OCVV en el marco de las competencias de la Presidencia francesa del Consejo de la UE.

El estudio cumple dos objetivos principales: en primer lugar, cuantifica la contribución económica del sistema de protección comunitaria de las obtenciones vegetales en la Unión Europea, considerando aspectos específicos de la agricultura y la horticultura (como la contribución del sistema en la competitividad global de los agricultores y productores de la UE); en segundo lugar, se analizan los efectos del sistema de protección comunitaria de las obtenciones vegetales en el medio ambiente. También se examina el potencial del sistema de protección comunitaria de las obtenciones vegetales para contribuir a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas (ONU) y a los objetivos del Pacto Verde de la Comisión Europea.

En términos de estructura, el estudio se divide en los siguientes capítulos: i) introducción al sistema de protección comunitaria de las obtenciones vegetales y al sistema de comercialización de semillas y material de reproducción vegetal en la UE; ii) revisión bibliográfica; iii) metodología y datos; y iv) resultados cuantitativos. El primer capítulo es de carácter descriptivo, para contextualizar el análisis en cuestión introduciendo las principales nociones sobre el sistema de protección comunitaria de las obtenciones vegetales y el sistema de comercialización de semillas y material de reproducción vegetal en la UE. El segundo capítulo consta de una visión general de los argumentos recogidos en la bibliografía pertinente sobre el impacto económico y medioambiental del sistema de protección comunitaria de las obtenciones vegetales. Cabe señalar que, para garantizar un análisis crítico eficaz, este capítulo incluye una presentación de las consideraciones tanto positivas como negativas del sistema de protección comunitaria de las obtenciones vegetales identificadas en la bibliografía. El núcleo del análisis del impacto del sistema de protección comunitaria de las obtenciones vegetales en la economía y el medio ambiente de la UE se presenta a continuación en los capítulos tres y cuatro.

También debe tenerse en cuenta que el ámbito del estudio abarca más del 80 % de todas las variedades registradas en la UE, donde el período relevante a considerar es el comprendido entre 1995 y 2019.

En cuanto a la metodología, se recurre a varios métodos. Por lo que respecta al cálculo de los impactos económicos del sistema de protección comunitaria de las obtenciones vegetales, se aplican tres importantes herramientas estándar de la economía agraria: modelos de mercado, cálculos de ingresos y costos totales y análisis de multiplicadores. En cuanto al cálculo de los diversos impactos ambientales del sistema de protección comunitaria de las obtenciones vegetales, se utilizan cuatro metodologías específicas: un modelo virtual de comercio neto de tierras, un modelo global de emisiones de gas de efecto invernadero (GEI), un modelo global de pérdida de biodiversidad y un modelo virtual de uso y comercio de agua.

Las fuentes de datos cuantitativos en las que se ha basado la elaboración del estudio incluyen las siguientes: OCV y registros nacionales de derechos de obtentor; registros comerciales nacionales; catálogos comunes de la UE; base de datos FRUMATIS; base de datos PLUTO (UPOV); consulta de la lista de variedades de la OCDE; FAOSTAT (producción, valor y comercio de productos agrícolas); registro y TMView de la EUIPO; base de datos PATSTAT; base de datos PINTO; ORBIS (datos demográficos y financieros sobre obtentores); y EUROSTAT (estadísticas estructurales de las empresas, cuentas económicas de la agricultura, encuesta sobre la población activa).

PRINCIPALES CONCLUSIONES SOBRE EL IMPACTO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN COMUNITARIA DE LAS OBTENCIONES VEGETALES EN LA ECONOMÍA DE LA UE

El punto de partida para medir la repercusión general de un sistema de protección de obtenciones vegetales puede considerarse el número de solicitudes presentadas y de títulos concedidos en virtud del régimen respectivo. Los sistemas de protección de obtenciones vegetales sirven como fuerza motriz para fomentar el fitomejoramiento de nuevas variedades y, en una economía de mercado, cabe esperar que los obtentores protejan aquellas variedades que esperan que tengan éxito comercial. Según la UPOV, se puede argumentar que se espera que los obtentores solo asuman los costos que conlleva la obtención de protección si, en primer lugar, asumen que la protección es necesaria y, en segundo lugar, se espera un verdadero valor de mercado de la variedad. En cuanto a los agricultores y productores, aunque en la mayoría de los casos se espera el pago de una regalía, la aceptación de variedades nuevas y protegidas es, en general, bastante fuerte. Esto subraya las grandes expectativas de los agricultores y productores en cuanto a los beneficios agronómicos de estas variedades nuevas.

En las secciones del estudio dedicadas a la investigación sobre el impacto del sistema de protección comunitaria de las obtenciones vegetales en la economía de la UE, se exponen varias conclusiones cuantitativas, que se presentan a continuación.

Análisis del impacto del fitomejoramiento en el crecimiento del rendimiento agrícola inducido por la innovación

En el estudio se llega a la conclusión de que el fitomejoramiento en todos los cultivos agrícolas y hortícolas de la UE ha tenido una gran repercusión en el crecimiento del rendimiento agrícola inducido por la innovación en el último cuarto de siglo. Para llegar a esta conclusión, se adopta un enfoque gradual para transferir las tasas de crecimiento del rendimiento observables estadísticamente a la evolución del rendimiento inducida por el fitomejoramiento. A continuación se describen las distintas etapas seguidas y los resultados obtenidos en cada una de ellas

CÁLCULO DEL CRECIMIENTO DEL RENDIMIENTO DE LOS CUATRO CULTIVOS PRINCIPALES

Como primer paso, se examina el crecimiento del rendimiento de los cultivos herbáceos, frutales, hortícolas y ornamentales de acuerdo con las estadísticas oficiales. Cuando se pondera por el uso actual de la hectárea, la tasa media de crecimiento anual del rendimiento (en los últimos 25 años) en los cultivos del territorio de la UE es la siguiente: 1,08 % para los cultivos agrícolas; 0,83 % para las frutas; y 1,10 % para las hortalizas. En cuanto a las plantas ornamentales, el rendimiento total (monetario) por hectárea en la UE aumentó un 0,21 % anual.

CÁLCULO DEL CRECIMIENTO DEL RENDIMIENTO INDUCIDO POR LA INNOVACIÓN

En un segundo paso, el crecimiento del rendimiento inducido por la innovación se calcula en términos de “productividad total de los factores relacionados con la hectárea”, de modo que el crecimiento del rendimiento inducido por el fitomejoramiento de estos cultivos pueda determinarse a continuación en función de la parte del fitomejoramiento en el crecimiento del rendimiento inducido por la innovación. En este sentido, las tasas de crecimiento calculadas del uso global de insumos (excluida la tierra) se restan de las tasas de crecimiento del rendimiento observables estadísticamente: esto da como resultado las tasas anuales de crecimiento del rendimiento inducido por la innovación específicas de cada cultivo para la UE en el último cuarto de siglo.

Por consiguiente, cuando se pondera por el uso actual de hectáreas, la tasa media de crecimiento anual del rendimiento inducido por la innovación en la UE entre 1995 y 2019 fue la siguiente, de acuerdo con cada cultivo: 1,58 % para los cultivos agrícolas; 1,82 % para las frutas; 2,09 % para las hortalizas; y 1,20 % para las plantas ornamentales.

CÁLCULO DE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL RENDIMIENTO INDUCIDO POR EL FITOMEJORAMIENTO

En un tercer paso, la tasa de crecimiento del rendimiento inducido por la innovación se multiplica por la parte correspondiente al fitomejoramiento para obtener la tasa de crecimiento del rendimiento inducido por el fitomejoramiento en la agricultura y la horticultura de la UE. El resultado de esta operación es el siguiente:

- en los cultivos agrícolas, el fitomejoramiento entre 1995 y 2019 supone un crecimiento anual del rendimiento del 1,09 %, ligeramente superior al crecimiento medio del rendimiento observado en estos cultivos (1,08 %);
- en los cultivos frutales, el fitomejoramiento aumenta anualmente el rendimiento en un 1,07 %, algo más de lo que se puede medir en términos de aumento del rendimiento cosechado (0,83 %);
- en los cultivos hortícolas, contribuye a un crecimiento anual del rendimiento del 1,31 %, superior al crecimiento del rendimiento observable estadísticamente (1,10 %);
- en el caso de las plantas ornamentales, se atribuye al fitomejoramiento un crecimiento anual del rendimiento del 0,71 %, notablemente superior al crecimiento total (monetario) del rendimiento anual, bastante bajo (0,21 %).

CÁLCULO DE LA PROPORCIÓN DE VARIEDADES PROTEGIDAS EN VIRTUD DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN COMUNITARIA DE LAS OBTENCIONES VEGETALES

Como cuarto paso, se determina la proporción de variedades con un sistema de protección de obtenciones vegetales a nivel de la UE por cultivo mediante el cálculo de la relación entre las variedades incluidas en el registro del sistema de protección comunitaria de obtenciones vegetales y las variedades incluidas en los registros de listas nacionales, los registros de catálogos comunes de la UE y el registro FRUMATIS. El resultado de aplicar este cálculo es el siguiente: el 25,3 % de todas las variedades registradas de cultivos agrícolas (objeto de este estudio) son variedades con un sistema de protección comunitaria de obtenciones vegetales; el 12,3 % de esta cifra es para las variedades registradas de frutales con un sistema de protección comunitaria de obtenciones vegetales y el 18,7 % es para las variedades registradas de hortalizas con un sistema de protección comunitaria de obtenciones vegetales. En cuanto a la parte correspondiente a las plantas ornamentales, más de 15 500 variedades están protegidas con un sistema de protección comunitaria de obtenciones vegetales.

CÁLCULO DE LA DISMINUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN LA UE EN 2020 EN AUSENCIA DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN COMUNITARIA DE OBTENCIONES VEGETALES

El estudio también calcula la parte que puede atribuirse a la protección comunitaria de las obtenciones vegetales en el crecimiento de la producción en la agricultura de la UE desde 1995 debido al fitomejoramiento. Uno de los enfoques adoptados toma como referencia el impacto que habría habido si no se hubieran producido avances en el fitomejoramiento (durante el período comprendido entre 1995 y 2019). Por lo tanto, la pregunta central es: ¿cuál es la cantidad de cultivos que no se habrían producido si no existiera el sistema de protección comunitaria de obtenciones vegetales? En otras palabras, las ventajas de un sistema de protección de obtenciones vegetales se hacen visibles gracias a las desventajas que conlleva la ausencia de un sistema de protección de obtenciones vegetales.

La principal conclusión con respecto a esto es que, en ausencia del sistema de protección comunitaria de obtenciones vegetales, el nivel de producción de cultivos en la UE en 2020 hubiese sido el siguiente: un 6,4 % inferior para los cultivos agrícolas, un 2,6 % inferior para las frutas, un 4,7 % inferior para las hortalizas y un 15,1 % inferior para las plantas ornamentales.

Como corolario, la producción adicional generada por las innovaciones en las obtenciones vegetales respaldadas por la protección concedida en virtud de los sistemas de protección comunitaria de obtenciones vegetales es suficiente para alimentar a 57 millones de personas más en todo el mundo gracias a los cultivos agrícolas, 38 millones en el caso de las frutas y 28 millones en el de las hortalizas.

Análisis de la contribución del sistema de protección comunitaria de obtenciones vegetales a las tasas de empleo

La producción adicional de cultivos gracias a la protección comunitaria de las obtenciones vegetales también genera un aumento del empleo en la agricultura de la UE. Gracias a ella, el sector de los cultivos agrícolas emplea a 25 000 trabajadores más, el de la horticultura, a 19 500, y el de las plantas ornamentales, a 45 000, lo que supone un aumento total del empleo directo de casi 90 000 puestos de trabajo. Además, si se tienen en cuenta los efectos indirectos, es decir, el aumento del empleo en los sectores de explotación y producción (upstream) y de refino y comercialización (downstream) (p. ej., el suministro agrícola o la transformación de alimentos), el aumento alcanza los 800 000 puestos de trabajo.

Además, el sistema de protección comunitaria de las obtenciones vegetales no solo contribuye al empleo, sino que los puestos de trabajo creados están mejor remunerados de lo que hubieran estado en ausencia de dicho sistema.

En concreto, los salarios de los trabajadores del sector de los cultivos herbáceos son un 12,6 % superiores a los que hubieran sido sin este sistema, mientras que los salarios del sector hortícola son un 11 % superiores.

Además, los obtentores que realizan actividades de I+D que conducen a estas innovaciones también generan empleo y actividad económica. Se estima que las empresas que protegen sus innovaciones mediante el sistema de protección comunitaria de las obtenciones vegetales emplean a más de 70 000 trabajadores y generan una facturación de más de 35 000 millones de euros.

Análisis de la contribución del sistema de protección comunitaria de las obtenciones vegetales al PIB de la UE

El valor añadido adicional (es decir, la contribución al PIB) generado por los cultivos protegidos por el sistema asciende a 13 000 millones de euros (7 100 millones de euros para los cultivos herbáceos, 1 100 millones de euros para las frutas, 2 200 millones de euros para las verduras y 2 500 millones de euros para las plantas ornamentales).

Desde un punto de vista macroeconómico, se llega a la conclusión de que sin la producción añadida atribuible a los cultivos protegidos por el sistema, la posición comercial de la UE frente al resto del mundo empeoraría y los consumidores de la UE se enfrentarían a unos precios de los alimentos más elevados. Sin la innovación protegida por el sistema de protección comunitaria de las obtenciones vegetales, la UE se convertiría en importadora neta de algunos cultivos de los que hoy es exportadora.

Análisis del origen geográfico de los sistemas activos de protección comunitaria de las obtenciones vegetales

A finales de 2021, había 28 514 sistemas activos (en estado concedido). Los 10 países identificados representan el 91,3 % de los derechos activos, y los Países Bajos representan más de un tercio de todos los sistemas de protección comunitaria de las obtenciones vegetales.

Más concretamente, las estadísticas recogidas son las siguientes: i) Países Bajos (34,8 %, 9 919 sistemas); ii) Francia (17 %, 4 837 sistemas); iii) Alemania (14 %, 3 985 sistemas); iv) Estados Unidos (6,7 %, 1 911 sistemas); v) Suiza (5,3 %, 1 523 sistemas); vi) Dinamarca (3,2 %, 906 sistemas); vii) Reino Unido (3,1 %, 872 sistemas); viii) Italia (2,7 %, 783 sistemas); ix) España (2,4 %, 681 sistemas); x) Bélgica (2,2 %, 615 sistemas).

Los Estados miembros de la UE representan casi el 77 % de los sistemas de protección comunitaria de las obtenciones vegetales (22 669 sistemas), mientras que los terceros países representan alrededor del 23 % del número total (5 845 sistemas). Por lo tanto, los mayores países solicitantes no pertenecientes a la UE son Estados Unidos, Suiza y el Reino Unido.

Análisis del tamaño de los titulares de sistemas de protección comunitaria de obtenciones vegetales

A finales de 2021, 1 227 empresas de la UE (que representan en torno al 78 % del total de titulares de sistemas de protección comunitaria de obtenciones vegetales de la UE) habían registrado 18 931 sistemas (el 83,4 % del total). En el estudio se analiza el tamaño de estas empresas. De esta muestra se desprende que, en promedio, las personas físicas poseen el menor número de sistemas (3,3), mientras que, en el caso de las empresas, el número sistemas por empresa oscila entre 10 en el caso de las empresas más pequeñas y 95 en el de las grandes empresas. También se constata que las grandes empresas poseen el 40 % de los sistemas de protección comunitaria en cuestión, mientras que el 60 % restante está registrado por pequeñas y medianas empresas (pymes) o personas físicas. Además, las pymes representan el 93,5 % de todos los registrantes de los sistemas de protección comunitaria de obtenciones vegetales (en esta muestra).

PRINCIPALES CONCLUSIONES SOBRE EL IMPACTO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN COMUNITARIA DE LAS OBTENCIONES VEGETALES EN EL MEDIO AMBIENTE

También se analiza la repercusión del sistema de protección comunitaria de las obtenciones vegetales en el medio ambiente, y se tiene en cuenta que garantizar un sistema agrícola sostenible que funcione en consonancia con los entornos locales es clave para alcanzar varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas (ONU), como el ODS 1 (fin de la pobreza), el ODS 2 (hambre cero), el ODS 8 (trabajo decente y crecimiento económico), el ODS 12 (producción y consumo responsables), el ODS 13 (acción por el clima) y el ODS 15 (vida de ecosistemas terrestres). Para lograr los ODS en un contexto europeo, el Pacto Verde de la Comisión Europea y sus estrategias “de la granja a la mesa” (F2F) y Biodiversidad son fundamentales para la agenda de los Estados miembros de la UE. En este contexto, se considera el potencial del sistema de protección comunitaria de las obtenciones vegetales para contribuir a alcanzar los siguientes elementos: i) Europa climáticamente neutra; ii) ecosistemas y biodiversidad; iii) estrategia “de la granja a la mesa”; y iv) investigación, desarrollo e innovación. Se llega a la conclusión de que el sistema de protección comunitaria de las obtenciones vegetales contribuye a los Objetivos de Desarrollo Sostenible

de las Naciones Unidas y a los objetivos del Pacto Verde de la Comisión Europea. Lo hace mediante la reducción del impacto medioambiental y el uso de recursos de la agricultura y la horticultura, el aumento de los ingresos agrícolas y el mantenimiento de los precios más bajos para los consumidores.

En cuanto al ámbito de aplicación, cabe señalar que el análisis realizado para evaluar el impacto del sistema de protección comunitaria de las obtenciones vegetales en el medio ambiente abarca los cultivos agrícolas, las frutas y las hortalizas. Sin embargo, las plantas ornamentales quedan excluidas debido a las limitaciones de los datos.

A continuación se presentan las conclusiones contenidas en las secciones del estudio dedicadas a la investigación sobre el impacto del sistema de protección comunitaria de las obtenciones vegetales en la economía de la UE.

Análisis de la contribución del sistema de protección comunitaria de las obtenciones vegetales a la reducción de las hectáreas de tierra necesarias para los cultivos

Sin los avances del fitomejoramiento en las variedades con un sistema de protección de las obtenciones vegetales a nivel comunitario, en todo el mundo habrían sido necesarios muchos millones de hectáreas de tierra, además de la superficie global ya utilizada en 2020. Las cifras que se han recopilado en el estudio son las siguientes:

- En el caso de los cultivos agrícolas, si se consideran inalterados todos los factores distintos de la tierra, esta cifra ascendería a más de 6,5 millones de hectáreas de tierra que habrían sido necesarias a nivel mundial, además de la superficie global ya utilizada en 2020. Esto habría supuesto un aumento de la tierra necesaria casi tan grande como todo el territorio (terrestre) de Irlanda.
- En cuanto a los cultivos frutales, hoy se necesitarían casi 110 000 hectáreas más en todo el mundo (es decir, en los países que comercializan la fruta de la lista con la UE). Esta superficie es el doble de la del Lago de Constanza, en la frontera entre Alemania, Austria y Suiza.
- En cuanto a los cultivos hortícolas, se necesitarían globalmente más de 90 000 hectáreas adicionales a las que ya se utilizan para cultivar hortalizas.

Análisis de la contribución del sistema de protección comunitaria de las obtenciones vegetales a la reducción de las emisiones anuales de gases de efecto invernadero

El sistema de protección comunitaria de las obtenciones vegetales también contribuye al cumplimiento de los objetivos medioambientales de la UE. Según los resultados del estudio, las emisiones anuales de gases de efecto invernadero (GEI) procedentes de la agricultura y la horticultura se reducen en 62 millones de toneladas al año. Esto corresponde a la huella total de GEI de Hungría, Irlanda o Portugal. En conjunto, la protección de las obtenciones vegetales en la UE desde 1995 hasta 2020 ha permitido evitar casi 1 200 millones de toneladas adicionales de emisiones de GEI.

Análisis de la contribución del sistema de protección comunitaria de las obtenciones vegetales a la reducción del consumo de agua en la agricultura y la horticultura

Gracias a la protección del sistema, el uso de agua en la agricultura y la horticultura se ha reducido en más de 14 000 millones de m³, una cantidad de agua equivalente a un tercio del volumen del Lago de Constanza.

CONSIDERACIONES FINALES

En el estudio de la EUIPO y la OCWV sobre el impacto del sistema de protección comunitaria de las obtenciones vegetales en la economía y el medio ambiente de la UE se deja claro que la innovación en el fitomejoramiento favorece una agricultura de bajos insumos y una mejor protección del medio ambiente. Las nuevas variedades no solo deben producir mayores rendimientos, sino también adaptarse al estrés biótico y abiótico. En el contexto del cambio climático, los rasgos de resistencia a la sequía y el menor aporte de agua son cruciales en las plantas.

Gracias a las innovaciones en fitomejoramiento, los agricultores y productores europeos han podido aumentar la producción de alimentos en los últimos 25 años y, al mismo tiempo, reducir el uso de recursos y los consiguientes daños al medio ambiente. En función de los métodos creíbles y ampliamente aceptados de la economía agrícola, el estudio informa que el fitomejoramiento protegido por los sistemas de protección comunitaria de las obtenciones vegetales ha contribuido significativamente a la seguridad alimentaria de Europa y al objetivo de la UE de conseguir que Europa sea climáticamente neutra en 2050. Aunque es difícil de cuantificar, estas innovaciones también han contribuido a los ODS de las Naciones Unidas, por ejemplo, mediante la reducción del uso de agua, la detención de la pérdida de diversidad biológica y la facilitación del acceso a alimentos sanos (no solo en la UE, sino en todo el mundo). Resolver los desafíos de las próximas décadas, como alimentar a una población mundial en aumento al tiempo que se avanza hacia la neutralidad climática y un medio ambiente más limpio, requerirá innovaciones en el fitomejoramiento, y esas innovaciones necesitarán protección en virtud de los sistemas de protección de obtenciones vegetales, incluidos los sistemas de protección comunitaria de obtenciones vegetales. En este contexto, la legislación debe considerarse un motor clave de la innovación para acelerar la transición hacia sistemas alimentarios inclusivos

y sostenibles, desde la producción primaria hasta el consumo.

Por último, una conclusión digna de mención del estudio es que las pymes desempeñan un papel crucial en la innovación de las obtenciones vegetales de la UE. Se ha constatado que las pymes constituyen la mayoría de los solicitantes de los sistemas de protección comunitaria de las obtenciones vegetales y representan casi dos tercios de los registros en vigencia. Las pymes son actores clave en el sector del fitomejoramiento y, como tales, es necesario adoptar mecanismos que las apoyen y las incentiven para desarrollar y proteger nuevas obtenciones vegetales de la UE adaptadas a nuevas condiciones medioambientales, como las impuestas por los drásticos efectos del cambio climático en la agricultura.

FOOTNOTES

¹ El estudio completo está disponible en inglés en los sitios web de la EUIPO y de la OCVW, y un resumen ejecutivo del estudio está disponible en las 24 lenguas oficiales de la UE en la página web del Observatorio (sitio web de la EUIPO).

² Dado que este documento reproduce literalmente algunos de los elementos del estudio, los autores se remiten aquí a las fuentes originales de la investigación, tal como se informa en el estudio. Se aclara aquí que se trata solo de un resumen del estudio y no de la versión oficial.

³ El evento se transmitió en directo por Internet en el sitio web de la OCVW y varios centenares de participantes procedentes de toda Europa lo siguieron en línea. Durante el evento, el Sr. Francesco Mattina anunció la publicación del estudio y el Sr. Wajzman presentó sus principales conclusiones. Las grabaciones en video del seminario político y del estudio están disponibles en una página web específica del sitio oficial de la OCVW en: <https://cpvo.europa.eu/en/news-and-events/conferences-and-events/cpvo-policy-seminar-plant-variety-protection-path-towards-more-sustainability-innovation-and-growth-european-union>.

⁴ Un argumento interesante presente en este capítulo es que, entre otros, los efectos positivos esperados del sistema de protección comunitaria de las obtenciones vegetales son: i) aumento de las actividades de fitomejoramiento; ii) mayor disponibilidad de variedades mejoradas; iii) aumento del número de variedades nuevas; iv) diversificación de los tipos de obtentores; v) apoyo al desarrollo de nuevos sectores industriales; vi) mejora del acceso a obtenciones vegetales extranjeras y mejora de los programas nacionales de fitomejoramiento; y vii) fomento del desarrollo de una nueva competitividad industrial en los mercados extranjeros

⁵ Para los cultivos agrícolas, el ámbito de aplicación incluye los siguientes: maíz, trigo, colza oleaginosa, papa, cebada, girasol, ballico y trigo duro. Respecto a las frutas, los cultivos considerados incluyen durazno, frutilla, manzana, vino, damasco, arándano, frambuesa, ciruela y cereza. En cuanto a las hortalizas, se incluyen los siguientes cultivos: lechuga, tomate, pimiento, melón, poroto, arveja, pepino, repollo, cebolla, espinaca, escarola y puerro. En el caso de los cultivos ornamentales, habría que integrar casi 100 cultivos, y como esta cantidad no puede manejarse adecuadamente con las metodologías estándar de la economía agraria y medioambiental en las que se ha confiado para la elaboración del estudio, todos los cultivos ornamentales se agrupan y se consideran como un único grupo..

⁶ Esto significa que el enfoque analítico se aplica a un cuarto de siglo de fitomejoramiento en general y, más concretamente, al sistema de protección de las obtenciones vegetales en la UE. A continuación, se analizan las distintas repercusiones del sistema de protección comunitaria de las obtenciones vegetales desde la perspectiva del año 2020.

⁷ En las secciones 3.2.2. (páginas 99-102) y 3.2.3. (páginas 102-105) del estudio se describen las particularidades metodológicas de dichas herramientas.

⁸ Se observa que las tasas de crecimiento anual del uso global de insumos (excluida la tierra) en el período comprendido entre 1995 y 2019 son del -0,5 % en la agricultura herbácea y del -1 % en la hortícola.

⁹ Las pymes son empresas con menos de 250 empleados y una facturación anual inferior a 50 millones de euros. Dentro de la categoría de pymes, las “microempresas” tienen 10 empleados o menos; las “pequeñas”, de 10 a 50; y las “medianas”, de 50 a 250.

¹⁰ SMEs are companies with fewer than 250 employees and annual turnover of less than €50 million. Within the SMEs category, “micro” companies have 10 employees or fewer; “small” companies have 10–50 employees; and “medium” companies have 50–250 employees.

¹¹ Esta cifra puede ser algo mayor, ya que el procedimiento utilizado para identificar a las empresas tiene más éxito en el caso de las grandes empresas. Dado que todas las grandes empresas se buscaron manualmente en ORBIS, es probable que el porcentaje real de derechos registrados por pyme sea superior.

¹² Más concretamente, para abordar la protección del medio ambiente y contribuir a frenar la pérdida de biodiversidad. El acceso a la diversidad genética mediante el fitomejoramiento sigue siendo clave para detener la pérdida de la agrobiodiversidad.

¹³ Más concretamente, para garantizar la producción de alimentos sostenibles, seguros, nutritivos y de alta calidad a lo largo de toda la cadena de valor, y garantizar al mismo tiempo la seguridad alimentaria mediante la seguridad de las semillas.

Vortrag auf dem Seminar



Impact of the Community Plant Variety Rights system on the European Union economy and the environment

UPOV Seminar on the role of plant breeding and plant variety protection in enabling agriculture to mitigate and adapt to climate change - Thematic session 5

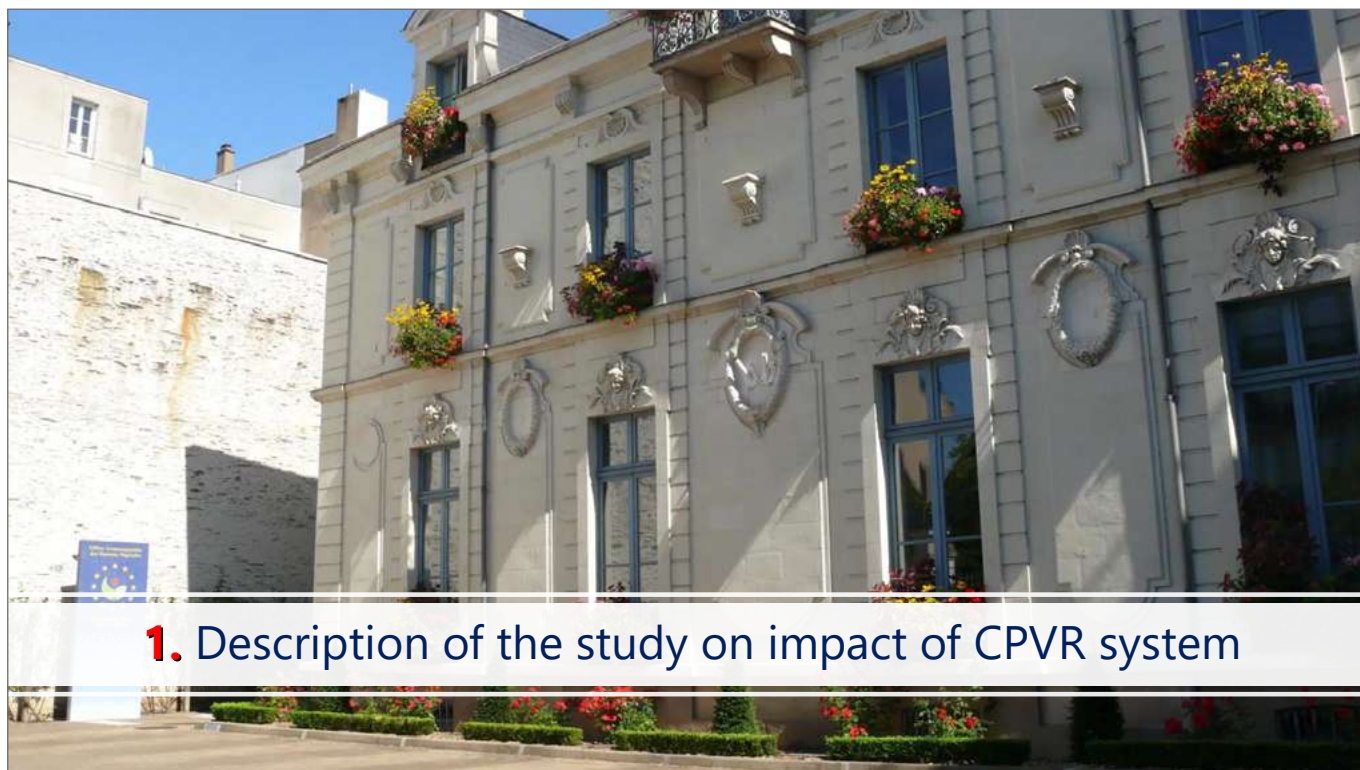
Francesco Mattina, President of the CPVO; Nathan Wajzman, Chief Economist, EUIPO

12 October 2022, Geneva (Switzerland)

Outline



1. Description of the study on impact of the CPVR system
2. Chapter on Impact of CPVR system on EU Economy
3. Chapter on Impact of CPVR system on Environment and Society
4. Final Considerations



1. Description of the study on impact of CPVR system

General remarks on the study

Published by European Observatory on Infringements of Intellectual Property Rights in cooperation with the CPVO

Released on 28 April in CPVO Policy seminar, under the French Presidency of the Council of the European Union

The study Quantifies the economic contribution in the European Union of the CPVR system

CPVO
EUIPO
IMPACT OF THE COMMUNITY PLANT VARIETY RIGHTS SYSTEM ON THE EU ECONOMY AND THE ENVIRONMENT
April 2022

Structure of the study



1. Introductory chapter on CPVR and EU marketing
2. Literature review
3. Methodology and data
4. Quantitative results

Methodology used for the study



Impact on Economy

- Calculated using a computable equilibrium model
- Considers the impact of increased production on:
 - Prices
 - Farm incomes
 - Overall economic output (via multiplier effects)
 - Employment
 - Impact on EU's trade with the rest of the world

Impact on Environment

- Considers the impact of Increased productivity due to innovation
 - less imports from rest of the world
 - less land use in rest of the world
 - less water use
 - fewer greenhouse gas emissions
 - less biodiversity loss



Sources of Quantitative Data for the Study



CPVO Register
National PVR
Registers

National listings
Common Catalogue
FRUMATIS

PLUTO (UPOV)

OECD Variety list
query

FAOSTAT (production,
value and trade in
agricultural products)

EUIPO registry
and TMView

PATSTAT and
PINTO databases

ORBIS (demographic
and financial data on
breeders)

EUROSTAT:
- Structural Business Statistics
- Economics Accounts for
Agriculture
- Labour Force Survey

Scope of study: crops accounting for >80% of CPVRs



Agricultural

- Wheat
- Corn
- Barley
- Other cereals
- OSR
- Sunflower
- Other oilseeds
- Sugar beet
- Potato
- Pulses
- Ryegrass



Fruit

- Peach
- Strawberry
- Apple
- Wine/grape
- Apricot
- Blueberry
- Raspberry
- Plum
- Cherry



Vegetables

- Lettuce
- Tomato
- Pepper
- Melon
- Bean
- Pea
- Cucumber
- Cabbage
- Onion
- Spinach
- Endive
- Leek



Ornamentals

Treated as one
combined crop due
to the large number
of varieties



Indicators on impact of CPVR system



The fact that breeders do not protect varieties unlikely to be successful would confirm that the number of applications and titles are good indicators of the benefits of a PVP system.

[UPOV 2005 report on impact of PVP]



Breeders' perspective

Significant costs for breeders acceptable only if:

- Tangible market value
- Return in form of royalties



Growers' perspective

Choice: protected vs free varieties

- Payment of royalties acceptable only for superior varieties



2. CPVR Impact on Economy

Impact if plant breeding progress had not occurred

Impact if plant breeding progress (1995-2019) had not occurred:

- the quantity of crops that would not have been produced
- the hypothetical missing volume attributable to protected varieties

Advantages of a PVP system are made visible by disadvantages of the absence of a PVP system!

- In the absence of the CPVR system, in 2020 the production in the EU would be:
- 6.4% lower for agricultural crops;
 - 2.6% lower for fruits;
 - 4.7% lower for vegetables;
 - 15.1% lower for ornamentals.

Key findings: economic contribution



The additional production brought about by EU-protected plant variety innovations is sufficient to feed (worldwide): an additional **57 million** people with arable crops, **38 million** with fruit crops, and **28 million** for vegetable crops

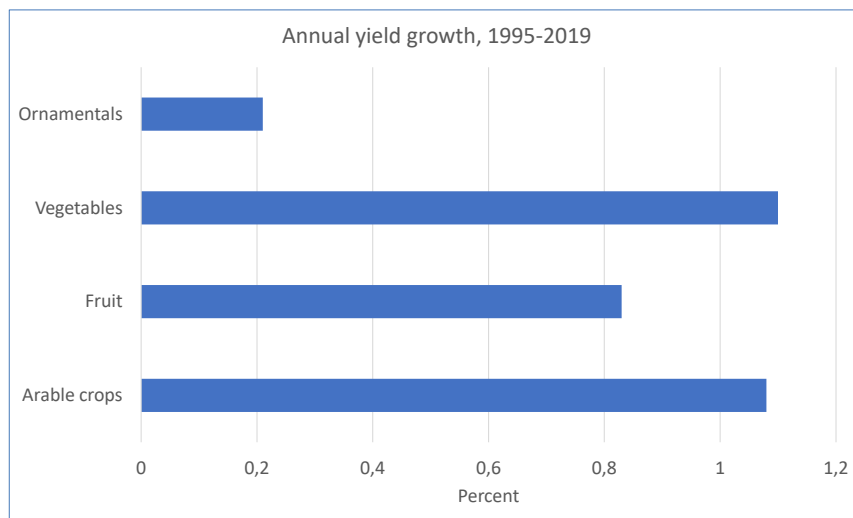


The additional added value (GDP contribution) generated by EU PVR-protected crops amounts to **13 billion EUR**



Additional production resulted in **higher employment rates** in the EU agriculture, and **better remunerated**

Annual yield growth for crops in the EU (1995-2019) (% per year)



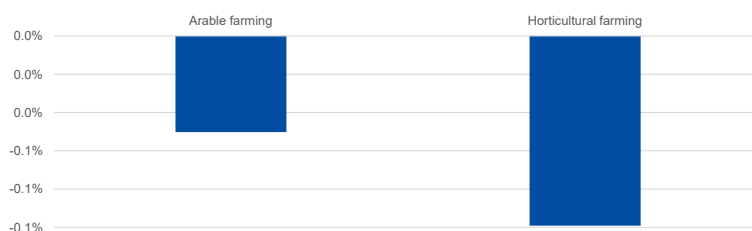
INPUT USE: DECLINING

Growth rates of input use (per hectare) for EU agricultural and horticultural farming (1995-2019) (% per year)

- "Agricultural Intensification" is factored out (= increased input, e.g.: denser planting schemes, capital, labor etc.)

| FARMING | SEEDS | FERTILISERS | PPP | LABOUR | CAPITAL |
|---------------|-------|-------------|-------|--------|---------|
| Arable | -0.20 | -0.07 | -0.60 | -0.60 | -0.44 |
| Horticultural | -0.60 | -2.30 | -1.40 | -1.00 | -0.92 |

Annual growth rates of the overall input use (excluding land) in agricultural and horticultural farming of the EU (1995-2019)



YIELD: INCREASING

Innovation-induced yield growth rates for crops in the EU (1995-2019) (% per year)



- Subtracting the overall input use growth rate from statistically observable yield growth leads to crop-specific annual innovation-induced growth rate

| CROP | GROWTH RATE | CROP | GROWTH RATE | CROP | GROWTH RATE |
|---------------|-------------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| Wheat | 1.43 | OSR | 1.20 | Potato | 2.40 |
| Corn | 1.72 | Sunflower | 2.74 | Pulses | 0.94 |
| Barley | 1.57 | Other oilseeds | 0.79 | Green maize | 2.30 |
| Other cereals | 1.41 | Sugar beet | 2.63 | Ryegrass | 1.29 |
| CROP | GROWTH RATE | CROP | GROWTH RATE | CROP | GROWTH RATE |
| Peach | 2.20 | Wine/Grape | 1.59 | Raspberry | 1.57 |
| Strawberry | 2.22 | Apricot | 3.79 | Plum | 3.49 |
| Apple | 2.28 | Blueberry | 2.42 | Cherry | 1.48 |
| CROP | GROWTH RATE | CROP | GROWTH RATE | CROP | GROWTH RATE |
| Lettuce | 1.47 | Bean | 1.84 | Onion | 4.09 |
| Tomato | 3.16 | Pea | 0.91 | Spinach | 1.27 |
| Pepper | 3.90 | Cucumber | 4.71 | Endive | 2.31 |
| Melon | 2.14 | Cabbage | 1.51 | Leek | 1.71 |

Ornamental crop
(as a whole): 1.20

Contribution of plant breeding to innovation-induced yield growth of EU crops (%)



| CROP | SHARE | CROP | SHARE | CROP | SHARE |
|---------------|-------|----------------|-------|-------------|-------|
| Wheat | 67.3 | OSR | 73.8 | Potato | 62.1 |
| Corn | 69.2 | Sunflower | 71.5 | Pulses | 65.6 |
| Barley | 69.3 | Other oilseeds | 71.5 | Green maize | 65.8 |
| Other cereals | 72.3 | Sugar beet | 60.7 | Ryegrass | 53.5 |

Contribution by plant breeding to innovation-induced yield growth of arable crops in the EU (per cent)

| GROUP OF CROPS | SHARE | GROUP OF CROPS | SHARE |
|----------------|-------|----------------|-------|
| Fruit | 58.8 | Vegetables | 59.0 |

Contribution by plant breeding to innovation-induced yield growth of fruit and vegetables in the EU (per cent)

Ornamental crop (as a whole): Assumed to be 59 %

Plant breeding-induced yield growth rates for crops in the EU (1995-2019) (% per year)



- Merging innovation-induced yield growth rates and plant breeding's shares in innovation-induced change

| CROP | GROWTH RATE | CROP | GROWTH RATE | CROP | GROWTH RATE |
|---------------|-------------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| Wheat | 0.96 | OSR | 0.89 | Potato | 1.49 |
| Corn | 1.19 | Sunflower | 1.96 | Pulses | 0.62 |
| Barley | 1.09 | Other oilseeds | 0.56 | Green maize | 1.51 |
| Other cereals | 1.02 | Sugar beet | 1.60 | Ryegrass | 0.69 |
| CROP | GROWTH RATE | CROP | GROWTH RATE | CROP | GROWTH RATE |
| Peach | 1.29 | Wine/Grape | 0.93 | Raspberry | 0.92 |
| Strawberry | 1.31 | Apricot | 2.23 | Plum | 2.05 |
| Apple | 1.34 | Blueberry | 1.42 | Cherry | 0.87 |
| CROP | GROWTH RATE | CROP | GROWTH RATE | CROP | GROWTH RATE |
| Lettuce | 0.87 | Bean | 1.09 | Onion | 2.41 |
| Tomato | 1.86 | Pea | 0.54 | Spinach | 0.75 |
| Pepper | 2.30 | Cucumber | 2.78 | Endive | 1.36 |
| Melon | 1.26 | Cabbage | 0.89 | Leek | 1.01 |

Ornamental crop (as a whole): 0.71

Share of protected agricultural varieties to account for the effects of the PVP system



| CROP | REGISTERED VARIETIES | EU-LEVEL PVR VARIETIES | SHARE |
|------------------|----------------------|------------------------|--------|
| Wheat | 4 137 | 1 401 | 33.9 % |
| Corn/Green maize | 10 942 | 2 537 | 23.2 % |
| Barley | 2 109 | 650 | 30.8 % |
| Other cereals | 2 502 | 593 | 23.7 % |
| OSR | 2 431 | 884 | 36.4 % |
| Sunflower | 3 037 | 686 | 22.6 % |
| Other oilseeds | 1 875 | 370 | 29.7 % |
| Sugar beet | 2 901 | 115 | 4.0 % |
| Potato | 2 146 | 1 057 | 49.3 % |
| Pulses | 1 075 | 167 | 15.5 % |
| Ryegrass | 1 318 | 260 | 19.7 % |



Therefore, 25.3 % of all registered varieties of the arable crops that are the focus of this study are varieties with an EU-level PVR.

Share of protected fruit varieties to account for the effects of the PVP system



| CROP | REGISTERED VARIETIES | EU-LEVEL PVR VARIETIES | SHARE |
|------------|----------------------|------------------------|--------|
| Peach | 3 333 | 640 | 19.2 % |
| Strawberry | 1 868 | 418 | 22.4 % |
| Apple | 6 748 | 345 | 5.1 % |
| Wine/Grape | 2 444 | 243 | 9.9 % |
| Apricot | 1 069 | 199 | 18.6 % |
| Blueberry | 412 | 129 | 31.3 % |
| Raspberry | 709 | 138 | 19.5 % |
| Plum | 295 | 83 | 28.1 % |
| Cherry | 1 731 | 99 | 5.7 % |



12.3 % of all registered fruit varieties are varieties with an EU-level PVR.

Share of protected vegetable varieties to account for the effects of the PVP system



| CROP | REGISTERED VARIETIES | EU-LEVEL PVR VARIETIES | SHARE |
|----------|----------------------|------------------------|--------|
| Lettuce | 3 314 | 1329 | 40.1 % |
| Tomato | 5 740 | 922 | 16.1 % |
| Pepper | 2 967 | 383 | 12.9 % |
| Melon | 1 540 | 284 | 18.4 % |
| Bean | 1 807 | 245 | 13.6 % |
| Pea | 1 523 | 369 | 24.2 % |
| Cucumber | 1 664 | 220 | 13.2 % |
| Cabbage | 3 050 | 332 | 10.9 % |
| Onion | 1 359 | 194 | 14.3 % |
| Spinach | 584 | 105 | 18.0 % |
| Endive | 461 | 88 | 19.1 % |
| Leek | 299 | 81 | 28.1 % |



18.7 % of all registered varieties of the vegetables that are the focus of this study are varieties with an EU-level PVR.

Share of protected ornamental varieties to account for the effects of the PVP system



| CROP | REGISTERED VARIETIES | EU-LEVEL PVR VARIETES | SHARE |
|-------------|----------------------|-----------------------|--------|
| Ornamentals | 15 588 | 15 094 | 96.8 % |



Breeders' geographical origin in CPVRs



- 29.000+ CPVRs in force (beginning 2022)
- Largest share: EU countries (almost 77%)



| | Country | % CPVR | number CPVR |
|-------------|------------------------|-------------|---------------|
| NL | Netherlands | 34.8 | 9,919 |
| FR | France | 17.0 | 4,837 |
| DE | Germany | 14.0 | 3,985 |
| US | United States | 6.7 | 1,911 |
| CH | Switzerland | 5.3 | 1,523 |
| DK | Denmark | 3.2 | 906 |
| UK | United Kingdom | 3.1 | 872 |
| IT | Italy | 2.7 | 783 |
| ES | Spain | 2.4 | 681 |
| BE | Belgium | 2.2 | 615 |
| | | | |
| EU27 | European Union | 76.9 | 22,669 |
| | Third countries | 23.1 | 5,845 |

Size of CPVR holders

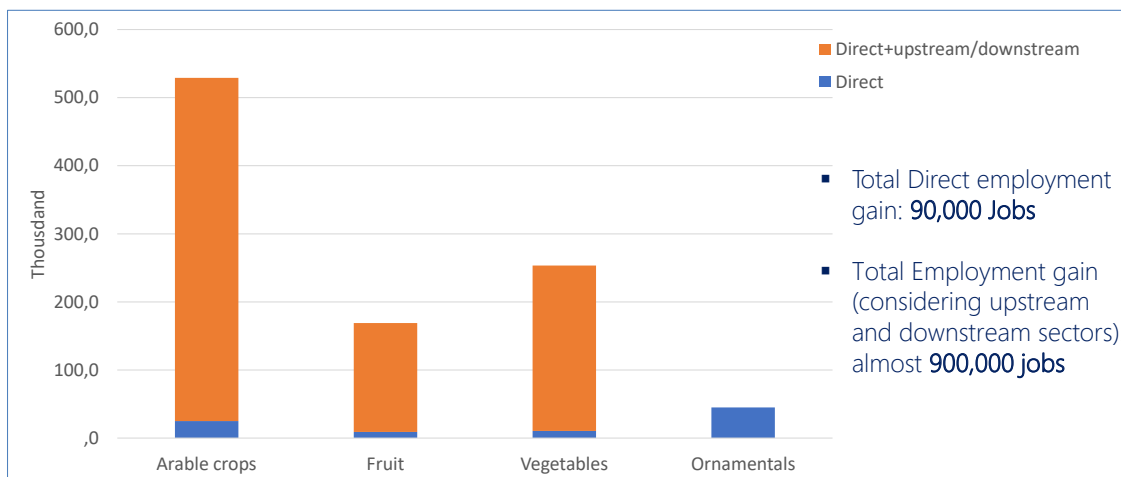


- 93.5% of registrants of CPVRs are SMEs
- 60% of CPVRs are owned by SMEs
- SMES own each around 10 CPVRs



| Size | % CPVR | % firms | Number of firms | CPVRs per firm |
|-----------------------|-------------|-------------|-----------------|----------------|
| Physical persons | 8.0 | 36.8 | 451 | 3.3 |
| Micro firms | 21.7 | 32.8 | 402 | 10.2 |
| Small firms | 11.5 | 15.5 | 190 | 11.4 |
| Medium firms | 18.8 | 8.5 | 104 | 34.2 |
| Large firms | 40.0 | 6.5 | 80 | 94.8 |
| SME + Physical | 60.0 | 93.5 | 1 147 | 9.9 |

Contribution to Employment of CPVR-protected varieties



- Total Direct employment gain: **90,000 Jobs**
- Total Employment gain (considering upstream and downstream sectors): almost **900,000 jobs**

Employment and Turnover rates of CPVR holders



- 951 CPVR holders have plant breeding as primary activity
- CPVR holders employ more than **70.000** workers and have an annual turnover of **EUR 35 billion**



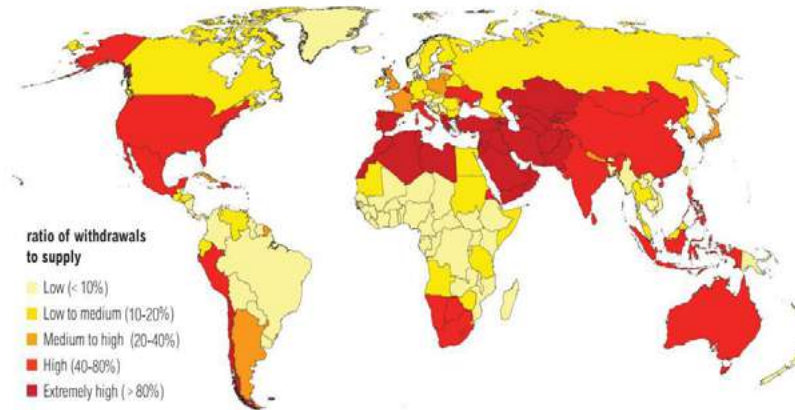
| sector | firms | employees | turnover (million €) |
|------------------------------------|------------|---------------|----------------------|
| Agriculture (seed growing) | 603 | 35,045 | 17,780 |
| R&D (agricultural & biotechnology) | 128 | 7,970 | 2,364 |
| Royalties (PVR) | 47 | 119 | 722 |
| Wholesale (seeds) | 173 | 27,590 | 14,552 |
| Total | 951 | 70,725 | 35,418 |

- Positive impact on wages:
 - Agricultural crop sector: **+12.6%**
 - Horticultural sector: **+11%**
- Positive impact on EU's trade balance
 - Without CPVR-protected innovation, the EU would become a net importer of some crops for which it is an exporter today



3. Impact of the CPVR system on Environment and Society

Water stress by country in 2040

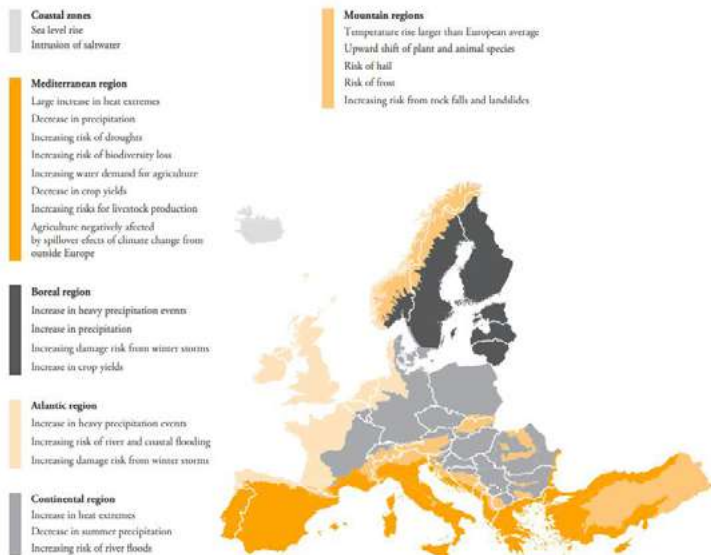


NOTE: Projections are based on a business-as-usual scenario using SSP2 and RCP8.5.

For more: ow.ly/RWop

WORLD RESOURCES INSTITUTE

Need for Climate change adaptation in EU agriculture



© European Union Environmental Agency (2019)



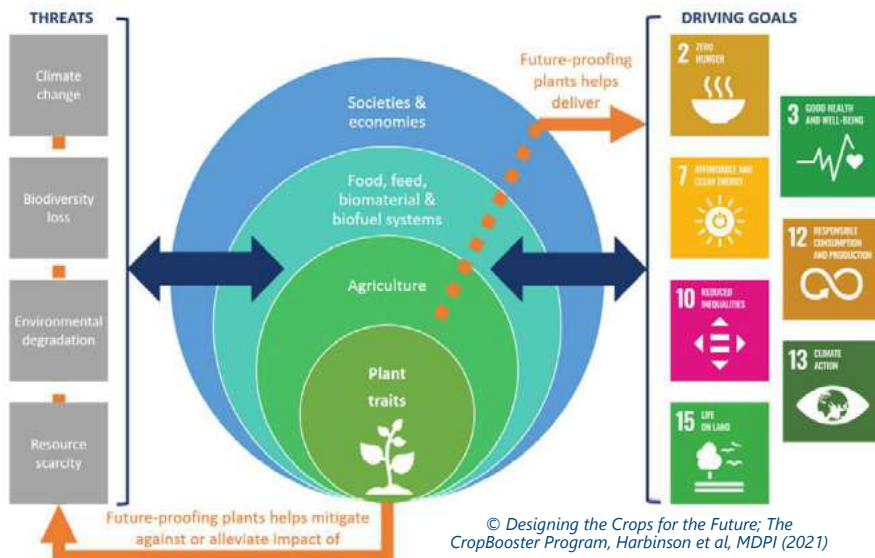
Biodiversity Strategy & Farm to Fork Strategy

Commission's EU Green Deal

EU to become climate-neutral by 2050



Plant variety innovation is part of the solution!



Contribution of the EU PVR system to SDGs



SDG 1 POVERTY REDUCTION

- Increased farm incomes
- More affordable food



SDG 2 ZERO HUNGER

- Increased food production



SDG 8 JOBS & GROWTH

- More jobs in agriculture & horticulture + in upstream & downstream industries



SDG 12 SUSTAINABLE PRODUCTION AND CONSUMPTION

- Growth in yields with less resource input



SDG 13 CLIMATE ACTION

- Reduced resource use and GHG emissions



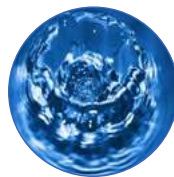
SDG 15 LIFE ON LAND

- Release of new adapted varieties
- Preservation of land thanks to yield growth

Key findings: environmental objectives



Annual Greenhouse Gas (GHG) emissions from agriculture and horticulture: reduced by **62 million tons** per year
= total Portugal's GHG footprint



Water use in agriculture and horticulture: reduced by more than **14 billion m³**
= 1/3 of Lake Constance's volume



Land use and biodiversity: prevention of conversion of **6.5 million hectares** of grassland and natural habitats in the world
= size of Ireland's territory





Key findings: farmers, breeders, SMEs

- Farmers/growers across the EU benefit from the innovations protected by the CPVR system**
- R&D by Breeders leads to innovations, employment and economic growth**
- SMEs and physical persons account hold 60% of CPVRs currently in force**

Final Considerations



Plant variety innovation must support low-input agriculture and better environmental protection

Varieties should not only produce higher yields but also be adapted to biotic and abiotic stresses

In the context of Climate Change: draught-resistance and less-water-input traits



Legislation must drive innovation to accelerate transition to sustainable inclusive food systems from primary production to consumption

EU legislative reforms foreseen:

- CPVR system
- Plant Reproductive Material marketing
- Gene-Editing Regulatory framework



CPVO

Community Plant Variety Office

Community Plant Variety Office

3 Boulevard Maréchal Foch

49000 ANGERS – FR

Contacts

Tel: (+33) (0) 2-41.25.64.00

communication@cpvo.europa.eu

Join us on...



@CPVOTweets



...and subscribe to our
[Digital Newsletter](#)



MESA REDONDA & OBSERVACIONES FINALES

Bienvenida y alocuciones de apertura

Sr. Marien Valstar, presidente del Consejo de la UPOV

Informe de las sesiones temáticas

Moderador: Sr. Peter Button, secretario general adjunto de la UPOV

- **Informe sobre la sesión temática 1:
el cambio climático y su efecto en la producción agrícola**
Sr. Marien Valstar, presidente del Consejo de la UPOV
- **Informe sobre la sesión temática 2:
estrategias para hacer frente al cambio climático en la agricultura**
Sr. Yehan Cui, vicepresidente del Consejo de la UPOV
- **Informe sobre la sesión temática 3:
fitomejoramiento para la adaptación al cambio climático y su mitigación
en la agricultura: perspectivas de cultivos**
Sr. Patrick Ngwediagi, presidente del Comité Administrativo y Jurídico de la UPOV
- **Informe sobre la sesión temática 4:
fitomejoramiento para la adaptación al cambio climático y su mitigación
en la agricultura: estrategias y técnicas de fitomejoramiento**
Sr. Manuel Toro Ugalde, vicepresidente del Comité Administrativo y Jurídico de la UPOV
- **Informe sobre la sesión temática 5:
papel de la protección de las variedades vegetales en la obtención de
nuevas variedades para mitigar el cambio climático y adaptarse a él**
Sra. Kitisri Sukhapinda, Patent Attorney, Office of Policy and Affairs (OPIA),
United States Patent and Trademark Office (USPTO), United States of America

Mesa redonda

Moderador: Sr. Marien Valstar, presidente del Consejo de la UPOV

- Sr. John Derera, Orador del discurso de apertura
- Sra. Arianna Giuliadori, WFO
- Sr. Michael Keller, ISF
- Sr. Edgar Krieger, CIOPORA
- Sr. Yehan Cui, moderador de la sesión 2
- Sr. Patrick Ngwediagi, moderador de la sesión 3
- Sr. Manuel Toro Ugalde, moderador de la sesión 4
- Sra. Kitisri Sukhapinda, moderadora de la sesión 5

Observaciones finales

Sr. Marien Valstar, presidente del Consejo de la UPOV

26 DE OCTUBRE

BIENVENIDA Y ALOCUCIONES DE APERTURA

Sr. Marien Valstar

Presidente del Consejo de la UPOV

Les doy la bienvenida a todos. Podemos empezar ahora con la tercera parte de nuestro seminario sobre la importancia del fitomejoramiento y la protección de las obtenciones vegetales a la hora de propiciar que la agricultura mitigue los efectos del cambio climático y se adapte a este.

Esta es una muy buena ocasión para hablar de estos temas. Todos los días, al menos en el periódico que leo y en las noticias que veo en la televisión, aparecen historias sobre el efecto del cambio climático, sobre extraños patrones meteorológicos, sobre sucesos extraños. No quiero que suene a pánico, porque no lo tengo, pero es un problema.

Los días 11 y 12 de octubre tuvimos nuestras primeras sesiones para debatir los temas que trataremos más adelante. Hoy es una buena ocasión para recordar lo que hablamos sobre esos temas, lo que aprendimos allí y cómo avanzar.

Los días 11 y 12 de octubre hubo más de 300 participantes de todo el mundo, y hoy contamos con cerca de la mitad de ellos aquí y la otra mitad en línea.

INFORME SOBRE LA SESIÓN TEMÁTICA 1: EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

Sr. Marien Valstar

Presidente del Consejo de la UPOV

Vortrag auf dem Seminar

UPOV

Seminario sobre la importancia del fitomejoramiento y la protección de las
obtencciones vegetales
a la hora de propiciar que la agricultura mitigue
los efectos del cambio climático y se adapte a este.

Informe sobre la sesión temática 1: el cambio climático y su efecto en la producción agrícola

Moderador: Sr. Marien Valstar, presidente del Consejo de la UPOV



Oradores

Sr. John Derera, Director Principal de Mejora y Precombinación de Plantas, Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (CGIAR)



Sra. Arianna Giuliadori, secretaria general de la WFO



Sr. Michael Keller, secretario general de la ISF



Sr. Edgar Krieger, secretario general de la CIOPORA



Mensajes principales

John Derera:



El cambio climático afecta a la productividad agrícola mundial

Las prácticas agrícolas deben cambiar

- intensificación;
- rotación de cultivos;
- cultivos de cobertura;
- riego.

Y obtención de variedades resistentes al clima

Mensajes principales

Arianna Giuliodori, secretaria general de la WFO:



Los agricultores se ven afectados y son la clave de las soluciones

Se necesita apoyo (extensión, intercambio de conocimientos)

En cuanto a las nuevas obtenciones vegetales: >80 % de los agricultores afirman que las nuevas obtenciones vegetales mejoradas son importantes para responder al cambio climático

Importante:

- acceso a las semillas (asequibles y disponibles);
- entorno favorable: una buena legislación sobre semillas;
- agricultura organizada;
- asociaciones en la cadena de valor.

WFO FOR OFFICIAL USE ONLY

Mensajes principales

Michael Keller, secretario general de la ISF



Las semillas son un insumo muy importante y poderoso.

Los agricultores y los obtentores tienen que tener en cuenta muchos factores: no hay una única solución. Los obtentores quieren dar a los agricultores la posibilidad de elegir las semillas para hacer frente al cambio climático a nivel local.

Poner las semillas de mejor calidad al alcance de todos los agricultores contribuirá a una agricultura sostenible y a la seguridad alimentaria (ODS).

La innovación va de la mano de la protección de la PI (se prefiere la UPOV para las obtenciones vegetales).

El entorno normativo internacional es importante (FAO, UPOV, OCDE, OMC, CIPF, etc.).

Mensajes principales

Edgar Krieger, secretario general de la CIOPORA

Efecto del cambio climático en el fitomejoramiento:

- pérdida de diversidad genética;
- enfermedades y plagas emergentes;
- problemas de abastecimiento de agua;
- cambio en la estacionalidad;
- estrés térmico.

Seguridad alimentaria bajo presión

Los obtentores deben trabajar para crear soluciones

Es necesario acelerar la mejora utilizando diferentes herramientas



INFORME SOBRE LA SESIÓN TEMÁTICA 2: ESTRATEGIAS PARA HACER FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA AGRICULTURA

Sr. Yehan Cui

Vicepresidente del Consejo de la UPOV

Vortrag auf dem Seminar

**SEMINAR ON THE ROLE OF PLANT BREEDING
AND PLANT VARIETY PROTECTION
IN ENABLING AGRICULTURE
TO MITIGATE AND ADAPT
TO CLIMATE CHANGE**



**Report on thematic session 2:
Strategies to address climate change in agriculture**

Mr. Yehan CUI, Vice-President of the Council, UPOV

Thematic session 2: Five presentations

European Union strategy to address climate change in agriculture

Mr. Herwig Ranner, Team Leader - Climate change and agriculture, Unit for Sustainable Agriculture, Directorate General for Agriculture and Rural Development (DG AGRI), **European Commission**

Climate change: an opportunity for innovation in agriculture

Mr. Solomon Gyan Ansah, Director of Agriculture & Head of the Seed Unit, Directorate of Crop Services, Ministry of Food and Agriculture, **Ghana**

The role of plant breeding for adaptation to climate change in Mexico

Ms. Sol Ortíz García, General Director of Prospective Policies and Climate Change, Ministry of Agriculture, **Mexico**

Mitigation of climate change in agriculture

Mr. Alexandre Lima Nepomuceno, Researcher, Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA), **Brazil**

Adaptation of agriculture/ farming systems to climate change: exploring genetic options

Mr. George Prah, Deputy Director, Directorate of Crop Services, Ministry of Food and Agriculture, **Ghana**



The EU Strategy to address climate change in Agriculture

Herwig Ranner, DG Agriculture, European Commission

11.10.2022



European Commission
1.134.199 follower
2 giorni •

Deal on the Climate Law!

The European Climate Law turns our European Green Deal targets into legal obligations:

- reducing net greenhouse gas emissions by at least 55% by 2030
- reaching climate neutrality by 2050

Today's deal between the co-legislators also introduces:

- a process for setting a 2040 climate target
- a commitment to negative emissions after 2050
- the establishment of European Scientific Advisory Board on Climate Change
- stronger provisions on adaptation to climate change

Climate neutrality will shape the EU's green recovery and a socially just green transition.

More here → <https://europa.eu/!dn66PW>

#EUGreenDeal #EuropeanUnion #ClimateAction

'Fit for 55'

On 14 July 2021, the Commission presented proposals for revision of main pieces of legislations to deliver EU's 2030 Climate Target (-55%) on the way to climate neutrality.

The diagram shows a progression from **≤ -40% Greenhouse Gas Emissions (domestic)** to a **2030 Target** of **-50/55% Greenhouse Gas Emissions (domestic)**. A yellow arrow indicates that **-45%** is achieved through **current policies and national measures**. A white arrow then points to **EU economic-wide climate neutrality in 2050**, with the note **Reach neutrality in more gradual way**.

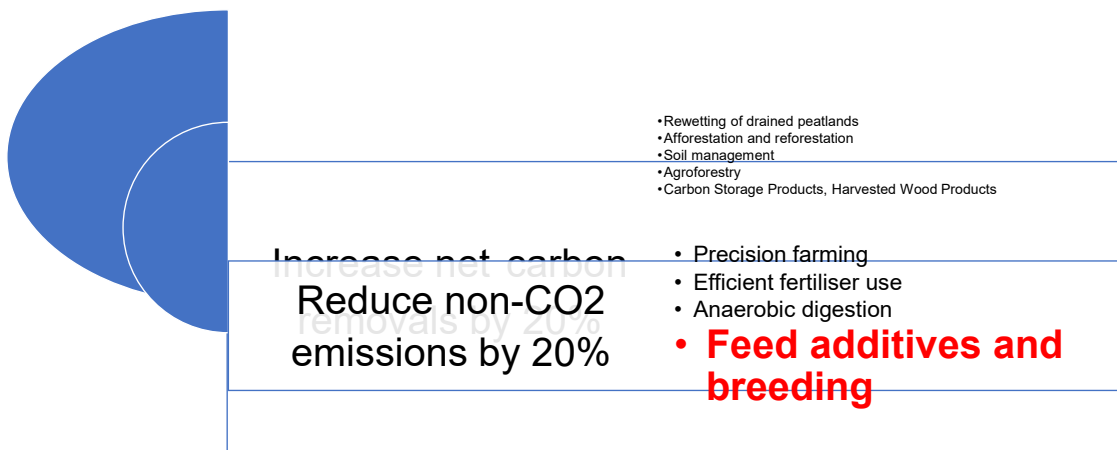
Climate neutral EU land sector by 2035

Neutrality can be reached by different **combinations** between LULUCF and non-CO2 agricultural mitigation practices.

Different mitigation potentials are related to **carbon price**.

Carbon removals with **NBS** have low mitigation costs (EUR 10 per ton).

For examples, fallowing histosols shows high mitigations already at low carbon price.



Carbon farming







A **green business model** rewarding land managers for improved land management practices, resulting in carbon sequestration in ecosystems and reducing the release of carbon to the atmosphere.

Dual opportunity for the [redacted]:

- New business around carbon **sequestration** in soils and vegetation
- New value chains offering long-term carbon **storage** in bio-based products

Benefits of carbon farming:

-  Increased carbon removals
-  Additional income for land managers
-  More biodiversity and nature
-  Increased climate resilience of farm and forest land

From **'Farm to Fork'** designing a fair, healthy and environmentally-friendly food system

Main targets in the Farm to Fork strategy



The use of pesticides in agriculture contributes to pollution of soil, water and air. The Commission will take actions to:

- ✓ **reduce by 50%** the use and risk of chemical pesticides by 2030.
- ✓ **reduce by 50%** the use of more hazardous pesticides by 2030.



The **excess of nutrients** in the environment is a major source of air, soil and water pollution, negatively impacting biodiversity and climate. The Commission will act to:

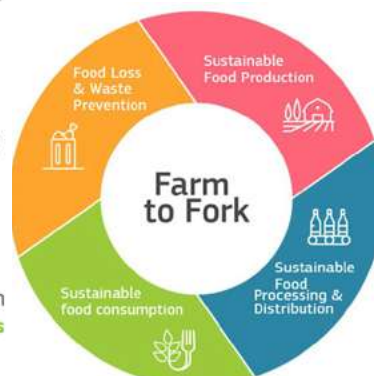
- ✓ **reduce nutrient losses by at least 50%**, while ensuring no deterioration on soil fertility.
- ✓ **reduce fertilizer use by at least 20%** by 2030.



Antimicrobial resistance linked to the use of antimicrobials in animal and human health leads to an estimated 33,000 human deaths in the EU each year. The Commission will **reduce by 50% the sales of antimicrobials for farmed animals and in aquaculture by 2030.**



Organic farming is an environmentally-friendly practice that needs to be further developed. The Commission will boost the development of EU organic farming area with the aim to achieve **25% of total farmland under organic farming by 2030.**



CLIMATE CHANGE: AN OPPORTUNITY FOR INNOVATION IN AGRICULTURE.

Solomon Gyan Ansah (PhD)
Directorate of Crop Services
Ministry of Food and Agriculture
Accra-Ghana

Seminar to explore the role of plant breeding and plant variety protection in enabling agriculture to adapt to, and mitigate, climate change, October 11 and 12 (virtual), October 26, 2022 (hybrid)

SOME FOCUS AREAS WHERE INNOVATION IS APPLIED TO **CLIMATE SMART AGRICULTURE**

These include:

- a. Early maturity, drought tolerant, Nitrogen and water use efficient crop varieties
- b. Resistance to existing and new emerging diseases and pests (eg cassava brown streak virus, maize lethal necrotic virus disease, fall army worm etc)
- c. Conservation Agriculture;
- e. Artificial Intelligence
- f. **Meteorological** data to predict rainfall or drought, pest evasion etc
- g. Investment in irrigation and water harvesting structures



Seminar on the role of plant breeding and plant variety protection in enabling agriculture to mitigate and adapt to climate change

The role of plant breeding for adaptation to climate change in Mexico

Sol Ortiz García

General Director of Policies, Prospective and Climate Change

Secretary of Agriculture and Rural Development

Mexico



AGRICULTURA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL



2022 *Ricardo Flores*
Año de *Magón*
DESCUBRIDOR DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA

Public policies to achieve food security



Mexico. Sectorial Program for Agriculture and Rural Development 2020-2024

1.- Achieve food self-sufficiency by **increasing production and productivity** of agriculture, livestock, and aquaculture-fishing.

2.- Contribute to the well-being of the rural population through the **inclusion of historically excluded farmers** in rural and coastal productive activities, taking advantage of the potential of the territories and local markets.

3.- **Increase sustainable production practices in the agricultural and aquaculture-fishing sector in the face of agro-climatic risks.**



2022 Flores
Año de Magón
PRESENCIA DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA

Importance of plant breeding

Actions to promote plant breeding and seed quality to face climate change



- 1 Take advantage of existing varieties
- 2 Adopt and use new varieties
- 3 Generate varieties according to needs



2022 Flores
Año de Magón
PRESENCIA DE LA REVOLUCIÓN MEXICANA

Genomes of Mexican crops



Genomics to accelerate the characterization and improvement of strategic crops in Mexico

| Crop | | Genome | |
|--------------|----------------------------|---------|-----------|
| Common name | Species | Size | Status |
| Agave | <i>Agave tequilana</i> | 2.7 Gbp | Finished |
| Avocado | <i>Persea americana</i> | 920 Mbp | Published |
| Chilli* | <i>Capsicum annum</i> | 3.5 Gbp | Published |
| Beans | <i>Phaseolus vulgaris</i> | 590 Mbp | Published |
| Mexican lime | <i>Citrus aurantifolia</i> | 350 Mbp | Finished |
| Maize | <i>Zea mays</i> | 2.3 Gbp | Published |
| Papaya | <i>Carica papaya</i> | 507 Mbp | Finished |
| Vainilla | <i>Vanilla planifolia</i> | 3.2 Gbp | Finished |
| Blackberry | <i>Rubus ulmifolius</i> | 246 Mbp | Finished |



*Not generated by Mexicans

What else is needed for adaptation to climate change



- **In situ conservation** of genetically diverse populations to allow evolution to continue and the generation of adaptive traits;
- **Ex situ conservation** to ensure the maintenance of diversity of species, populations and varieties, including those from areas expected to be highly affected by climate change;
- **Diversified farming systems:** management practices that increase diversity tend to increase resilience to the various effects of climate change;
- **Sustainable soil management** practices that also contribute to mitigation;
- Knowledge, coordination, communication, collaboration, connection & commitment (6C).



“Mitigation of climate change in agriculture”

ALEXANDRE NEPOMUCENO, Ph.D.
Embrapa Soybean General Head

Brazilian Agricultural Research Corporation

Embrapa
40 anos

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

How to deal with this Challenge?

PROJETO CRISPREvolution | Plantas de importância econômica com genoma editado pela tecnologia CRISPR visando melhoria da qualidade nutricional e industrial e tolerância a estresse hídrico

CRISPREvolution | **Four Crops and Two Strategies**

Leading project on Genome Edition at EMBRAPA

| Knock-out (SDN1) | HDR (SDN2) |
|---|----------------------|
| Soybean: Anti-nutritional Factors/Drought | Soybean: Drought |
| Sugarcane: Cell wall structure (2G Ethanol) | Sugarcane: Drought |
| Corn: Cell wall structure (2G Ethanol) | Corn: Drought |
| Common Bean: Tegument Color | Common Bean: Drought |

Geneticamente editado para aumento da digestibilidade da biomassa

MINISTRY OF FOOD AND AGRICULTURE

GEORGE PRAH
DEPUTY DIRECTOR, DIRECTORATE OF CROP SERVICES

**Adaptation of agriculture/
farming systems to climate
change: exploring genetic
options**

MINISTRY OF FOOD AND AGRICULTURE

Developing the appropriate strategies 1

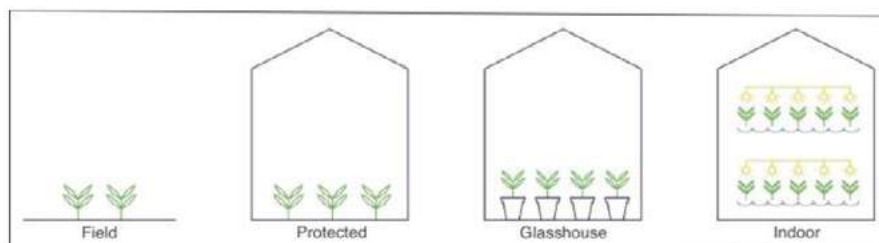
The adaptation of agriculture or making agriculture resilient to climate change requires the implementation of a myriad of complementary strategies:

- moving agriculture to new locations to follow environmental change
- adopting protected agriculture by partially or completely controlling the environment.
- Utilizing environments hitherto classified as not useful for agriculture to mitigate climate change effects
- 6 □ Developing new agronomic packages for crops to mitigate climate change effects

Developing the appropriate strategies 2



Manipulating production/agronomic systems



Source: Current Opinion in Plant Biology, 2020

Developing the appropriate strategies 3

- Utilization of underutilized crop species to be able to contribute to climate adaptation and mitigation
- Domestication of new species and the improvement of existing ones to adapt to climate change effects
- Extensive use of wild relatives of crops capturing much more of the available climate smart plant biodiversity into elite genotypes.
- Strengthening gene banks to preserve important genotypes for future utilization
- Accessing UPOV PLUTO database to support breeding

**Genetic
option**

Genetic improvement technology



Traditional Crop Modification

selective breeding and hybridization



Genetic Engineering

High yielding, pests and diseases control, manipulation of genome for improved varieties, including farmer preferred traits (PVS, PVB)



Genome Editing

*Removal of genes responsible for deleterious traits affecting storage
Nutrient uptake*

THANK YOU FOR YOUR ATTENTION!

CLIMATE CHANGE ADAPTATION FOR FOOD SECURITY

- IMPROVE SOIL HEALTH & MANAGE EROSION**
- OPTIMISE IRRIGATION**
- SWITCH TO PLANT VARIETIES TOLERANT TO HEAT, DROUGHT & FLOODING**
- PRESERVE BIODIVERSITY**
- MIXED CROP AND LIVESTOCK FARMING**

UNIVERSITY OF HULL
Centre of Excellence in Food Security

Brief summary

- **Strategies to mitigate the climate change in agriculture:**

- reducing CO₂ and Non-CO₂ emission by enhancing climate resilience of agroecosystems towards green development, such as reduce use of pesticide, fertilizer improve soil quality etc.

- rewarding managers for improved farmland management practices, resulting in carbon sequestration in ecosystems.

- **Strategies to adapt to climate change in agriculture:**

- improving crop variety traits adapting to climate change by conservation of plant species, by using breeding technology such as traditional breeding and hybridization, genetic engineering and genome editing, etc.

- enhancing food production system adapted to climate change, such as investment in farmland construction, smart agriculture, technology innovation, etc.

INFORME SOBRE LA SESIÓN TEMÁTICA 3: FITOMEJORAMIENTO PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU MITIGACIÓN EN LA AGRICULTURA: PERSPECTIVAS DE CULTIVOS

Sr. Patrick Ngwediagi

Presidente del Comité Administrativo y Jurídico de la UPOV

Vortrag auf dem Seminar

UPOV

Seminar on the role of plant breeding and plant variety protection in enabling agriculture to mitigate and adapt to climate change

Report of thematic session 3:
Plant breeding for climate change adaptation and mitigation in agriculture:
Crop perspectives

Moderator: Mr. Patrick Ngwediagi, Chair of the Administrative and Legal Committee, UPOV



Speakers

- Mr. Greg Rebetzke, Research Genetist, Canberra, Australia
- Mr. Yu Zhang, Research Associate, Shanghai Academy of Agricultural Sciences, China
- Mr. Etienne Bucher, Research group leader “Crop Genome Dynamics”, Agroscope, Switzerland
- Mr. José Ré, Vice President, Global New Products Development – Rice Tech USA, United States of America
- Ms. Hayat Zaher, Researcher, Marrakech Regional Agricultural Research Centre (CRR), National Institute for Agricultural Research (INRA), Morocco
- Mr. Robert Boehm, Head of Biotechnology, Selecta One, Germany
- Ms. Tina Henriksson, Group Manager Breeding, Cereals & Pulses & Senior winter wheat breeder, Swedish Company Lantmännen, Sweden
- Mr. Pitambar Shrestha, Programme Advisor, Local Initiatives for Biodiversity, Research and Development (LI-BIRD), Nepal
- Ms. Astrid Schenkeveld, Specialist Plant Breeder's Rights & Variety Registration, Rijk Zwaan, Netherlands

Plant breeding is beneficial for all crops

- Plant breeding supports the development of climate smart varieties for all crops, including those of local importance
- Plant breeding is key for adapting crops to each production area
- Crops traditionally grown in each area require adapting to new climatic conditions
- Opportunitites to introduce new crops previously unsuitable for cultivation in particular areas



Grassroots breeding of future smart crops

Case example 1: *Bariyo Kaguno* (Bariyo Foxtail Millet), Ghanpokhara, Lamjung District (Contd.)

The Grassroots breeding process

- Seed samples of *Bariyo Kaguno* were collected from five custodian farmers, it was mixed and planted in the farmers field.
- True to *Bariyo Kaguno* type panicles were selected jointly by farmers and scientists.
- Seeds of the selected panicles were multiplied and distributed to many farmers. Market linkage was developed for grain.
- Data were collected and the variety was registered in the National Seed Board by Ghanpokhara Community Seed Bank.
- The Ghanpokhara Community Seed Bank produces and supplies quality seed in the locality and surrounding districts.

Photo: Seed production plot of the Bariyo Foxtail Millet conducted by the Ghanapokhara CSB in 2022.



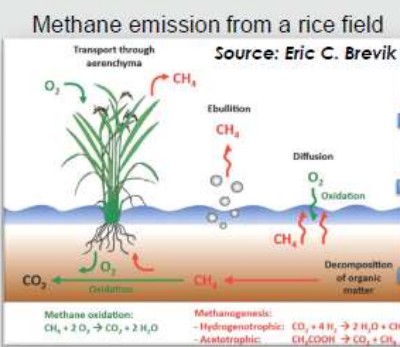
In the long run

- New crops
- New characters
- New resistances

Rice: Reducing water requirement and use

- New rice varieties incorporate upland rice characteristics (non-flooded areas).
- This is useful to reduce irrigation water
- Improves transplanting operation in paddy fields.
- Reducing water requirement reduces CO₂ emissions to the atmosphere

We bred hybrids with lower environmental footprint



AWD can reduce methane emissions in rice cultivation by an average of 48% over continuous flooding
Source: IRRI

AWD reduces global warming potential by 43%
Sanchis et al. 2012

Improved rice hybrids emit 29% fewer greenhouse gases per unit of output

Nalley et al. 2014



Areas for developing WDR variety

II. Upland cropping (prone to waterlogging)

Adjust crop planting structure

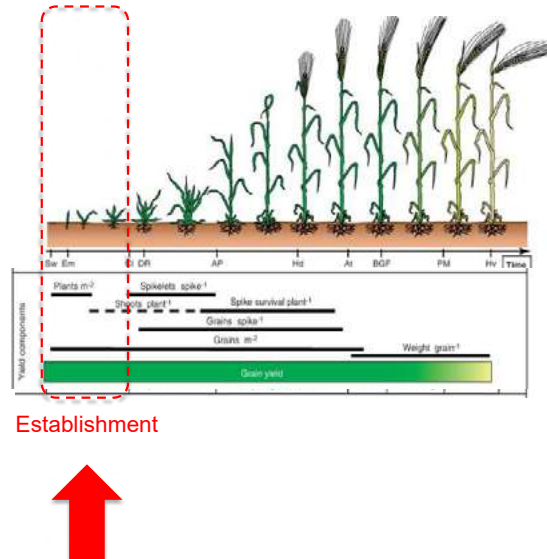
Realizing value-added farmland to increase farmers' incomes



Wheat: Changing plant morphology to access subsoil moisture


- Plant breeding is developing new varieties with improved characteristics to access subsoil moisture during the establishment period of crops
- This improves the early establishment crops enabling young plants to support longer periods of drought.

Opportunity breeding - Optimising crop establishment



Vegetable crops: avoiding losses and waste through new characteristics

- New characteristics maximize plant production in protected environments (e.g. Hydroponics)
- New characteristics enable avoiding losses due to:
 - new disease resistances
 - longer shelf life



Examples



**Delayed pinking of fresh cut lettuce
(Leaf wound-induced discoloration)**

- Extended shelf life
- Less waste
- Suitable for Food Service
- Stronger against cracking
- Less sensitive for leaking seals

Ornamental crops: breeding for drought resistance and introduction of new adapted crops

- The sector is intensively using plant breeding to develop varieties adapted to increased drought periods
- New varieties are being developed from species more adapted to extreme environments, such as succulents and others

Marketing tolerant Varieties/Cultures

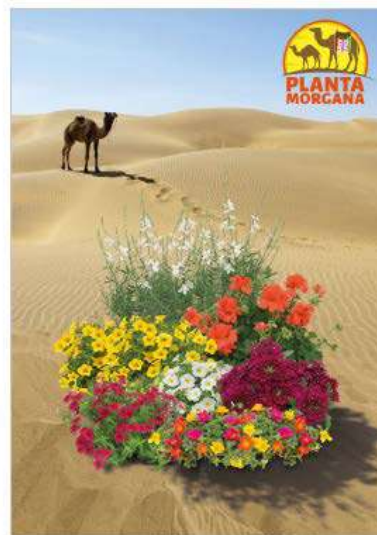
selecta
we love to grow®

- Recommendation of more drought stress tolerant plant series
- Marketing with POS-material (pots, banner, label)



20.09.2022

www.selecta-one.com



16

Substitution by new cultures

selecta
we love to grow®

- Species with naturally evolved plant stress tolerance mechanisms
- C4/CAM-metabolism, drought-adapted morphology
 - Grasses
 - Crassulaceae (Sedum, Echeveria)
 - Xerophytes (Helichrysum, Calocephalus)
 - Others (Portulak, Brachyscome, Felicia)



20.09.2022

www.selecta-one.com

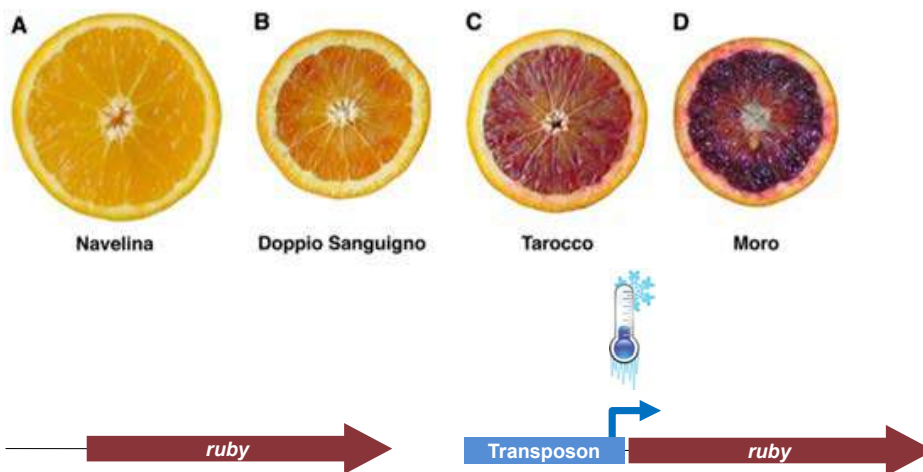
15

New breeding techniques: Transposable elements

- New breeding techniques are widely available with great level of precision
- Transposable elements are an example: they occur naturally and create adapted traits; e.g. response to heat stress
- Mobilizing transposable elements that respond to stress can generate useful characteristics



Crop traits influenced by transposons



Transposable elements create a link
between the environment and the genome

Plant variety protection is key to promote plant breeding

- PVP under the UPOV Convention is an “open innovation” system
- Breeder’s exemption is key for further research and breeding



The role of plant breeder's rights



- Return on investment is necessary to continue developing new varieties
- PBR is THE IP protection system: providing adequate protection, while others can continue to find solutions to today's challenges – Open Innovation

Conclusions

- Plant breeding is fundamental for all types of crops to address the challenges posed by climate change
- Also important to support reduction of emissions of greenhouse gas emissions.
- New techniques are available (e.g. Transposable elements)
- Certain plant breeding techniques are still heavily regulated
- PVP is encouraging plant breeding by all types of breeders

INFORME SOBRE LA SESIÓN TEMÁTICA 4: FITOMEJORAMIENTO PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU MITIGACIÓN EN LA AGRICULTURA: ESTRATEGIAS Y TÉCNICAS DE FITOMEJORAMIENTO

Sr. Manuel Toro Ugalde,

vicepresidente del Comité Administrativo y Jurídico de la UPOV

Vortrag auf dem Seminar

UPOV

Seminar on the role of plant breeding and plant variety protection in enabling agriculture to mitigate and adapt to climate change

Report on Thematic session 4:

Plant breeding for climate change adaptation and mitigation in agriculture: breeding strategies and techniques

*Moderator: Mr. Manuel Antonio Toro Ugalde, Vice-Chairman,
UPOV Administrative and Legal Committee, Administrative and Legal Committee of UPOV*



Thematic session 4: plant breeding for climate change adaptation and mitigation in agriculture: breeding strategies and techniques

- **"A smart green future" and "climate resilience underpinning breeding programmes"**.
Ms. Emma Brown, General Manager Plant Varieties, and Mr. Zac Hanley, General Manager Science, Plant & Food Research, New Zealand
- **Use of new technologies (molecular markers and accelerated breeding) in the development of drought-tolerant cereal varieties in Morocco**
Mr. Moha Ferrahi, Head Genetic Resources Improvement and Conservation Department (DACRG), Scientific Division, National Institute for Agricultural Research (INRA), Morocco
- **Breeding for the future**
Mr. Stefan van der Heijden, Associate, Innova Connect, Netherlands
- **The role of variety characteristics on climate footprint (disease resistance, nitrogen utilization and yield)**
Mr. Morten Lillemo, Professor, Norwegian University of Life Sciences, Professorship of Biosciences, Norway
- **Research into market-driven and climate smart crop varieties: tolerance to biotic and abiotic stresses**
Mr. Francis Kusi, Acting Director and Mr. Joseph Adjebeng-Danquah, Senior Research Scientist, Savannah Agricultural Research Institute, Scientific and Industrial Research Institute (CSIR-SARI), Principal Investigator (Host Plant Resistance) (Ghana)

Thematic session 4: plant breeding for climate change adaptation and mitigation in agriculture: breeding strategies and techniques

- **Genetic improvement by mutagenesis of oilseed crops to cope with climate change: case of rapeseed and sesame**
Mr. Abdelghani Nabloussi, Researcher, Meknès Regional Agricultural Research Centre (CRR), National Institute for Agricultural Research (INRA), Morocco
- **Connecting different research clusters with the aim to develop more accurate breeding**
Mr. Muath Alsheikh, Head of Research and Development, Graminor AS (Norway)
- **Advances in the development of new varieties better adapted to climate change in crops and forages: a South American perspective**
Mr. Fernando Ortega Klose, Forage Plant Breeder, Chilean Agricultural Research Institute (INIA), Carillanca regional center, Chile
- **Breeding program to mitigate climate change and environmental pressures on crops**
Mr. Dave Bubeck, Research Director, Corteva, United States of America

Plant breeding for climate change adaptation and mitigation in agriculture: plant breeding strategies and techniques



The boundaries shown on this map do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of UPOV concerning the legal status of any country or territory

- Climate change has impacted agriculture around the world, but there are some countries that are more affected.
- We are working on different strategies and techniques to address climate change.
- Techniques such as irradiation and gene editing in different crops
- Heat- and drought-tolerant/drought-resistant varieties
- Technology: Artificial intelligence and bioinformatics
- Public and private resources (clusters) / Investment
- Plant breeding is essential for climate change adaptation.
- Strengthening intellectual property rights and their implementation at the national level.



INFORME SOBRE LA SESIÓN TEMÁTICA 5: PAPEL DE LA PROTECCIÓN DE LAS VARIEDADES VEGETALES EN LA OBTENCIÓN DE NUEVAS VARIEDADES PARA MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO Y ADAPTARSE A ÉL

Sra. Kitisri Sukhapinda

Abogada de patentes de la Oficina de Política y Asuntos Internacionales (OPIA), Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos de América (USPTO) (Estados Unidos de América)

Vortrag auf dem Seminar

UPOV

International Union for the Protection of New Varieties of Plants

Seminar on the role of plant breeding and plant variety protection in enabling agriculture to mitigate and adapt to climate change:

Report on: Thematic SESSION 5: the Role of plant variety protection in the development of new varieties to mitigate and adapt to climate change

October 26, 2022

*Kitisri Sukhapinda
Patent Attorney
Office of Policy and International Affairs
United States Patent and Trademark Office*

UNITED STATES
PATENT AND TRADEMARK OFFICE

uspto

Thematic SESSION 5: Topics

- The role of PBR in plant breeding efforts to address climate change mitigation and adaptation. Example of Canada, including public sector breeding

Mr. Anthony Parker, Commissioner, Plant Breeders' Rights Office, Canadian Food Inspection Agency (CFIA), Canada

- Plant Breeding and Plant Variety Protection: a catalyst for developing climate smart crop varieties in Sub-Saharan Africa

Mr. Hans Adu-Dapaah, Expert, Crops Research Institute, Council for Scientific and Industrial Research Institute (CSIR), Ghana

- Plant breeding and PVP system for adapting Japan's unique climate condition and consumers' preferences

Mr. Teruhisa Miyamoto, Deputy Director of Plant Variety Office, Intellectual Property Division, Export and International Affairs Bureau, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (MAFF)

- The role of plant variety protection in promoting development of crop varieties that adapt to, and mitigate, climate change. Example of Kenya

Mr. Simon Mucheru Maina, Head, Seed Certification and Plant Variety Protection, Kenya Plant Health Inspectorate Service (KEPHIS)

- Impact of the Community Plant Variety Rights system on the European Union economy and the environment

Mr. Francesco Mattina, President, Community Plant Variety Office (CPVO) and Mr. Nathan Wajzman, Chief Economist of the European Intellectual Property Office (EUIPO)



2

Thematic SESSION 5: Canada

Impact of Climate Change:

- Annual temperature increase, flooding, droughts, extreme weather events
- Northward expansion of warmer weather crops, such as corn and soybean, displacing cereals and canola
- Water/heat stress to plants and may have a negative impact on yields, new pests and diseases.

Public Research

- Example: Digital Imaging Technology and Plant Phenotyping of Wheat Varieties
- Digital imagery reveals differences in plant canopy temperatures between varieties.
- Differences identified between varieties in respiration rates and plant dehydration.
- Historic drought tolerant varieties can be used as breeding material for introgression into modern high performing varieties



3

Thematic SESSION 5: Canada

Linking to UPOV-based PBR

- All wheat varieties released by AAFC are PBR protected. Art 14. of UPOV secures the investments made by taxpayers and farmers. Royalties from sales and licensing are re-invested back into breeding and research, creating a self-sustaining funding environment.
- Art 15 (1) (ii) "researcher's exemption" supports ongoing research, and scientific publication, dissemination of knowledge about the qualities/attributes of specific varieties.
- Art 15 (1) (iii) "breeder's exemption" ensures that all PBR protected varieties are available for breeding purposes. Breeder's have information on varieties that are drought tolerant, and can access those varieties to introgress into their breeding program.
- Art 19, the breeder's right is finite. Unprotected varieties are "public domain", AAFC varieties deposited in ITPGRFA – MLS system.

[UPOV/SEM/GE/22/PPT/29](#) Anthony Parker

uspto

4

Thematic SESSION 5: Sub-Saharan Africa

Challenges to Agricultural Production in Africa:

- Rapid declining soil fertility (especially nitrogen)
- Increased complexity of pests and diseases
- Postharvest losses and short shelf- life of produce
- Inherent low yields of crops
- Lack of labor
- Ecological concerns
- Illegal mining activities destroying agricultural lands and water bodies and distorting ecologies,
- loss of biological diversity, land constraints

Achieving Food & Nutrition Security in 2050

- Crop production will have to double/triple by 2050, using limited resources (land, water, nitrogen etc.)
- Need to increase productivity per unit area (intensification)
- Smart breeding has a role to play to achieve food and nutrition security.
- CSIR-CRI developed high-yielding drought tolerant maize variety

[UPOV/SEM/GE/22/PPT/30](#) Hans Adu-Dapaah

uspto

5

Thematic SESSION 5: Sub-Saharan Africa

Plant Variety Protection:

- Well implemented PVP may be a catalyst for sustainable development of CSCV, since it will attract investors.
- The benefits of PVP cuts across several sectors of the economies of Sub-Saharan African countries and will promote national development.
- The PVP has an enormous potential to improve productivity, the seed system, protect genetic diversity, and empower farmers to access new markets and attract private sector investments in plant breeding.
- The formation of African Plant Breeders Association in 2019 with branches in most African countries is a positive development for PVP implementation in SSA.

[UPOV/SEM/GE/22/PPT/30](#) Hans Adu-Dapaah

uspto

6

Thematic SESSION 5: Japan

Impact of Climate Change on Agricultural Products:

- Average temperature has risen by 1.26 degrees Celsius per 100 years in Japan: agricultural production regions are expected to change with emerging high-temperature injury.
- Rice-immature starch formation in grain due to high temperatures
- Apple-poor or delayed coloring of fruit due to high temperature
- Deterioration of fruit quality reported in other fruits (grapes, peaches, etc.)

New Plant Varieties - Key to Adapt to Climate Change

- Rice-High temperature tolerant variety with few immature grains
- Grapes -New varieties with good coloration even at high temperatures
- Apple-New varieties with good coloration even at high temperatures
- Impatiens-Growing well in wide range conditions, even at high temperature

[UPOV/SEM/GE/22/PPT/31](#) Yasunori Ebihara

uspto

7

Thematic SESSION 5: Japan

- **Innovation to Facilitate Breeding of New Varieties to Adapt to Climate Change:**
 - “Smart breeding system” in combination with AI and new breeding technologies will enable more efficient and faster breeding by big data on phenotype-genotype information
- **Importance of Securing PVP Protection Aboard:**
 - Japan PVP Act Amendment to protect Japan Export Market
- **Importance of Cooperation:**
 - Efficient application
 - Enhance DUS cooperation

[UPOV/SEM/GE/22/PPT/31](#) Yasunori Ebihara

8

Thematic SESSION 5: Kenya

Climate Change Impact

- Extended dry periods and rainfall outside the normal seasons
- Emergence of new pests and diseases such as maize Lethal Necrosis (MLN), Fall Army Worm (FAW) among others
- It is very important for breeders to develop varieties that are resilient to harsh agro-ecological conditions

Development of Smart Varieties

- Development of drought tolerant varieties of maize, sweet potato, cassava, sorghum, pigeon peas, amaranth, rangeland grasses among others
- Efforts to release pest and disease tolerant varieties to counter emerging pests as a result of climate change
- Sixteen (16) varieties tolerant to Maize Lethal Necrosis Disease (MLND) released,
- Varieties of Fall Army Worm (FAW) tolerant maize are under evaluation

[UPOV/SEM/GE/22/PPT/32](#) Simon Mucheru Maina

9

Thematic SESSION 5: Kenya

Plant Variety Protection in Kenya:

- Acceded to UPOV 1978 in May 1999, UPOV 1991 in May 2016
- Kenya grants PBRs for all plant genera and species
- Breeders having assurance on return of investment following development of new varieties.
- Enhanced capacity for testing of new varieties through cooperation with UPOV and UPOV members.
- Collaboration and co operation between the breeders and the testing authority on variety testing.

[UPOV/SEM/GE/22/PPT/32](#) Simon Mucheru Maina

uspto

10

Thematic SESSION 5: EU/CPVO

The EU's impact study shows key economic contribution:

- EU-protected plant variety innovations sufficient to feed an additional **57 million** people with arable crops, **38 million** with fruit crops, and **28 million** for vegetable crops.
- EU PVR-protected crops generated additional value of 13 billion EUR to EU GDP
- Additional production resulted in higher employment rates in the EU agriculture, and better remunerated

In the absence of the CPVR system, in 2020 the production in the EU would be:

- ✓ 6.4% lower for agricultural crops;
- ✓ 2.6% lower for fruits;
- ✓ 4.7% lower for vegetables;
- ✓ 15.1% lower for ornamentals.

[UPOV/SEM/GE/22/PPT/33](#) President Francesco Mattina – Nathan Wajzman, EUIPO, Presentation of EUIPO study

uspto

11

Thematic SESSION 5: EU/CPVO

EU-Community Plant Variety Right (CPVR) system

- Not only makes an economic contribution to the EU economy, but also contributes to the fulfilment of the EU's environmental objectives by reducing annual greenhouse gas emissions and water use in agriculture and horticulture
- Contributes to the UN's Sustainable Development Goals, by reducing the environment impact and resource use in agriculture and horticulture, increasing farm incomes, and keeping prices lower for consumers

[UPOV/SEM/GE/22/PPT/33](#) President Francesco Mattina – Nathan Wajzman, EUIPO, Presentation of EUIPO study

uspto

12

Conclusions:

- To address climate change mitigation and adaptation requires collective action, including; farmers, breeders (public and private), and policy makers.
- Effective PVP provides incentive for breeders to invest in innovation and development of new varieties of plants that can adapt to or mitigate the impact of climate change.
- UPOV-based PBR provides a framework that ensures the balance between incentives and rewards, and restrictions on the breeder's right by way of "exemptions," that ensure access to knowledge and the use of protected varieties for breeding purposes.
- UPOV membership provides for enhanced cooperation among members

uspto

13

Thank you!

uspto

PANEL DISCUSSION

Moderator: Sr. Marien Valstar

President of the Council, UPOV

VALSTAR, Marien (Sr.), presidente del Consejo de la UPOV (moderador)

Gracias, Peter. Me gustaría invitar a Michael Keller, de ISF, y a Edgar Krieger, de CIOFORA, a que se unan a nosotros en el podio. Ahora es el momento de hacer preguntas u observaciones. También hay otro orador, el Sr. John Derera. Bienvenido, John.

DERERA, John (Sr.), Director Principal de Mejora y Precombinación de Plantas, Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) (orador)

Gracias.

VALSTAR, Marien (Sr.), presidente del Consejo de la UPOV (moderador)

Bienvenido, John, y bienvenidos todos los que están en este podio.

Ahora, para los que están en línea, por favor usen el sistema de interpretación y levanten la mano de forma electrónica, y para los presentes en la sala, por favor, levanten el cartel con el nombre de su país u organización y luego les daré la palabra.

¿Hay algún miembro, algún observador, algún participante que pida la palabra, ya sea en línea o aquí en la sala?

Como todavía no veo ninguna pregunta, para empezar me gustaría hacerle una pregunta a John Derera.

VALSTAR, Marien (Sr.), presidente del Consejo de la UPOV (moderador)

Hola, John. Usted explicó muy bien en la sesión que la adaptación se tiene que hacer de múltiples maneras, como nuevas prácticas agrícolas, más irrigación, intensificación, etc., pero también incluyendo nuevas variedades vegetales mejoradas. ¿Tiene usted alguna idea de hasta qué punto las obtenciones vegetales nuevas ayudarían a resolver los problemas? ¿Qué es más importante, las prácticas o las obtenciones vegetales? ¿Tiene alguna idea al respecto?

DERERA, John (Sr.), Director Principal de Mejora y Precombinación de Plantas, Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) (orador)

Gracias. Digo que les daré una estimación muy clara y precisa, pero en general, cuando observamos la contribución de las mejoras que se producen gracias al aumento de las obtenciones vegetales en todo el mundo, no proceden únicamente de la genética. Pero vemos que la mejora complementaria a las prácticas económicas permite traducir las mejoras que se han hecho en el lado genético.

Varios líderes del fitomejoramiento dicen que esas mejoras son se deben a los dos aspectos en igual medida, mientras que otros afirman que el 60 % de los beneficios proceden de las mejoras genéticas y el 40 %, de las prácticas agrícolas. Yo lo vería como un cincuenta y cincuenta. Tenemos que esforzarnos más en ambos lados si queremos ver mejoras significativas. Gracias.

VALSTAR, Marien (Sr.), presidente del Consejo de la UPOV (moderador)

De acuerdo. Gracias, John. Así que, más o menos, como regla general, cincuenta por ciento de mejora genética y cincuenta por ciento de prácticas mejoradas. Eso significa que, en efecto, estas cosas tienen que ir de la mano y complementarse mutuamente. Un gran desafío para los obtentores.

Si todavía no hay preguntas en la sala o en línea, sería un buen momento para preguntar a los obtentores cómo afrontan estos desafíos. Tal vez sea bueno empezar primero con Edgar, Edgar Krieger de CIOFORA. ¿Podría explicarnos cómo afronta estos desafíos?

Krieger, Edgar (Sr.), secretario general, Comunidad Internacional de Fitomejoradores de Plantas Hortícolas de Reproducción Asexuada (CIOPOA) (orador)

Sí, el cambio climático es una realidad. Ya lo expuse en una presentación en línea hace un par de semanas. Vemos el calentamiento global, vemos sequías, vemos inundaciones, vemos un aumento de la humedad que da lugar a más plagas y enfermedades. Y los obtentores encuentran soluciones para ello. Desarrollan variedades más resistentes a estas situaciones de estrés. Esta tarde hemos escuchado varias veces que el fitomejoramiento es esencial para hacer frente al cambio climático, pero para poder seguir haciéndolo, los obtentores necesitan protección y una protección eficaz.

Cuando hablamos de los obtentores y de las técnicas de mejoramiento, por el momento son principalmente los obtentores convencionales los que innovan. Por supuesto, las empresas biotecnológicas también desempeñan su papel, pero basan sus mejoras en la genética y las variedades existentes.

La semana pasada visité a un obtentor de rosas en el sur de Francia, una empresa muy tradicional, muy conocida en el mundo, que mejora las variedades y las hace más tolerantes a las enfermedades y las plagas mediante el fitomejoramiento tradicional. Conocen los progenitores que son tolerantes a las plagas y enfermedades, los cruzan y seleccionan la mejor genética para ello. Esta es la base de la mejora que se lleva a cabo actualmente.

Así pues, estos obtentores convencionales necesitan protección. Cuando escucho los debates de esta semana y de los últimos meses en la UPOV, nunca había oído este tipo de tensión entre los miembros de la UPOV sobre cuál es el grado adecuado de protección. La UPOV es la institución mundial que debe proteger a los obtentores y al fitomejoramiento. Por eso, cuando escucho debates sobre la ampliación de las exenciones en el sistema de derechos de obtentor, como la ampliación del uso privado y no comercial, cuando escucho debates sobre las variedades esencialmente derivadas (EDV), cuando escucho debates sobre la protección del material de la cosecha, el material de multiplicación, la protección provisional, es necesario que haya movimiento. Tenemos que avanzar en el ámbito de la protección.

Llevo dieciocho años dedicándome a esto y he presionado en todo el mundo para que se mejore la protección. Y lo que vemos es que muy pocos países mejoran efectivamente sus leyes. Realmente tenemos que trabajar para que no disminuya la protección en lugar de mejorarla.

Hay muchos países que siguen basando su legislación en la ley de 1978, que es deficiente. Cuando hablamos aquí en esta sala sobre el fitomejoramiento y la importancia del fitomejoramiento, realmente les pido que piensen en su papel y que proporcionen una protección eficaz. Esto es una declaración inicial que podría alimentar el debate. Gracias.

VALSTAR, Marien (Sr.), presidente del Consejo de la UPOV (moderador)

Gracias, Edgar, y sí, es bueno que destaque los desafíos a los que nos enfrentamos. Me gustaría que nos centráramos ahora al cambio climático como el mayor desafío al que nos enfrentamos y no entráramos en un debate sobre las EDV o el material cosechado.

Michael, también le pedí que dijera cómo afrontan los obtentores el desafío del cambio climático y qué hace la International Seed Federation, qué hacen o qué no hacen, o qué necesitan hacer sus obtentores.

KELLER, Michael (Sr.), secretario general, International Seed Federation (ISF) (orador)

En primer lugar, gracias a la UPOV por tomar esta iniciativa de hablar del cambio climático. Pero permítanme enfocarlo de otra manera. Hablamos demasiado de desafíos. Deberíamos hablar también de oportunidades. De cómo avanzar.

La semana pasada, tal vez lo haya visto en las reuniones de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) sobre ciencia e innovación, todo el mundo habla de producción agrícola, de semillas y quiere transformar los sistemas alimentarios. Cumbre de la ONU sobre sistemas alimentarios, transformemos. Sí, tenemos desafíos, pero también debemos pensar en lo que todavía queda por hacer.

Además, hemos hecho cosas buenas, los obtentores han hecho cosas buenas y el mejoramiento público ha hecho cosas buenas, pero tenemos que hacer más. Por lo tanto, no quiero decir que tengamos que transformarnos. Pero me han gustado las palabras de Edgar sobre moverse. Tenemos que mover las cosas. ¿Y qué mueve las cosas y qué significa moverlas? De eso también trata la UPOV. Porque la semilla es el punto de partida de la producción agrícola. Creo que todos estamos de acuerdo. Todos estamos de acuerdo también en que si el punto de partida de la producción agrícola no es el correcto, el resultado no será el correcto. Ni siquiera los mejores fertilizantes o productos fitosanitarios servirán de ayuda.

Al mismo tiempo, sabemos que no hay una solución única. Eso también es lo que hacen los obtentores. Lo único que hacemos es llevar al agricultor variedades que pueda utilizar allí donde esté. No es un producto básico.

Y al decir esto, tenemos que tener mucho cuidado cuando hablamos de esto, de transformar. No transformaremos el mundo en dos o diez meses. Cuando hablamos de cambiar las cosas, tenemos que mover las cosas y tenemos que cambiar las cosas. En primer lugar tenemos que aceptar, que no hay una solución única. Pero muchas soluciones que están llegando mediante la ciencia y la innovación. Para mí, la ciencia y la innovación son fundamentales.

Y lo que es más importante, y creo que lo olvidamos, porque incluso con la mejor protección de la UPOV, incluso con las mejores semillas, si no hacemos llegar la semilla al agricultor, no tiene sentido. Cuando nos fijamos, el recuento sigue siendo... Tomemos el caso de Haití. El 90 % de todas las semillas suministradas a Haití son locales, pueden ser autóctonas, pueden ser variedades locales. ¿Cómo es posible que todavía hoy no seamos capaces de construir cadenas de suministro de semillas?

En muchos países, y Haití es el ejemplo que doy porque justo hoy recibí información: hay 90 000 personas más que la semana pasada que sufren hambre en Haití. Eso significa que si no pensamos también en cómo repercutimos, cómo hacemos accesibles, y eso es para todos nosotros, países y sector privado, cómo hacemos accesibles soluciones, semillas y demás a todos los agricultores, creo que no tiene sentido. Tenemos que tener en cuenta esta parte.

Permítanme terminar quizás con una cosa. Sabemos que necesitamos más soluciones. Lo sabemos. También sabemos que necesitamos más inversión. Así que, interrogante. Sabemos que el Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (CGIAR), la investigación pública, es extremadamente importante. Sabemos que necesitamos todo esto. La sociedad civil. Los pueblos indígenas. Necesitamos todo esto.

Pero, al mismo tiempo, necesitamos más inversiones, porque, de nuevo, tenemos más desafíos.

Así, la semana pasada escuché la cifra. La investigación pública en la agricultura es nula o está disminuyendo. Eso significa cómo abordamos esto, eso significa que el sector privado, podría hacer más, debería hacer más. Pero para hacer más, volvemos a lo anterior. También necesitamos incentivos. Porque no hay ninguna otra industria del sector privado que invierta más porcentaje de su facturación en investigación que los obtentores. Veinticinco, hasta el 25 %. Ni siquiera en la industria médica se ve esto. Si queremos encontrar soluciones y de alguna manera llenar un vacío, necesitamos atraer, necesitamos incentivos para invertir. Necesitamos también incentivos para empezar a invertir quizás también en cultivos infrutilizados. Eso significa que ese es también el debate cuando hablamos del cambio climático.

Impactante, accesible, pero al mismo tiempo, sí, teniendo en cuenta quizás también la especificidad y la forma de funcionar del sector privado. Y repito, siempre digo lo mismo. En cualquier caso, sí, somos empresarios. Sí, también estamos aquí para ganar dinero. Pero no podemos ganar dinero si los agricultores no ganan dinero. En cualquier caso, tiene que ser una situación en la que ambos salgan ganando.

Muchas gracias, presidente.

VALSTAR, Marien (Sr.), presidente del Consejo de la UPOV (moderador)

Gracias, Michael. Muchos mensajes a la vez, pero de ahí me quedo con que, por muy buenas variedades que podamos crear como empresas privadas, si no llegan a los agricultores, solo tenemos la mitad de la solución. Es como, en cierto modo, dijo también John Derera. El 50 % es genética, pero también hay otro 50 % en el que tenemos que trabajar.

Escuché muy bien lo que dijo en cuanto a que necesitamos invertir en investigación pública y en toda la institución en todas partes.

De nuevo, tenemos la posibilidad de hacer preguntas y veo que Japón está pidiendo la palabra. Tiene la palabra.

HAGIWARA, Minori (Sra.), directora de la División de Propiedad Intelectual, Oficina de Exportación y Asuntos Internacionales, Ministerio de Agricultura, Silvicultura y Pesca (MAFF), Japón

Gracias, presidente. Gracias, Marien. Solo quería hacer un comentario rápido. Creo que es muy importante que demos más acceso a nuestras variedades a los agricultores. Para aumentar ese acceso, contar con un sistema eficaz de protección de las obtenciones vegetales (PVP) es fundamental para atraer inversiones y facilitar el acceso. Sí, es importante contar con la PVP.

Las EDV o el material cosechado son muy importantes para la eficacia de la PVP. Y teniendo esta PVP buena, podremos afrontar mucho mejor los problemas y crear variedades que hagan frente al cambio climático. Japón está definitivamente interesado en crear buenas variedades. Así que, gracias.

VALSTAR, Marien (Sr.), presidente del Consejo de la UPOV (moderador)

¿Hay alguien más en la sala o en línea que quiera hacer una pregunta a un panelista? Veo a Canadá. Tiene la palabra.

PARKER, Anthony (Sr.), Comisionado, Oficina de Derechos de Obtentor, Agencia Canadiense de Inspección Alimentaria (CFIA), Ottawa, (Canadá) (orador)

Muchas gracias, Sr. presidente. Muchas gracias a la UPOV, por organizar este evento tan importante y a los panelistas por estar aquí para compartir sus ideas con nosotros.

No quiero volver sobre lo que ya hemos hablado, pero sería útil contar con una evaluación de la comunidad de obtentores. ¿Será suficiente el marco actual de la UPOV? ¿Ofrece los incentivos adecuados para afrontar este enorme desafío de aumentar los esfuerzos de fitomejoramiento?

Lo que yo temo es que si no fuera el caso, ¿les llevará esto a buscar formas más restrictivas de protección de la PI que quizás no estén tan equilibradas en el interés público como el sistema sui generis que realmente tiene, por un lado, incentivos y recompensas, pero por otro lado, estas restricciones o limitaciones en los derechos de los obtentores para servir al interés público, como la exención de los investigadores, la exención de los obtentores que puede esencialmente hacer que todo esté disponible como si fuera de dominio público a los fines del fitomejoramiento? Así que, ¿podría darme su evaluación honesta? ¿Está funcionando? ¿Será suficiente para el futuro? No permitan que mi temor se plasme en la realidad porque si no es así, ¿va a buscar formas más restrictivas de PI? Gracias.

VALSTAR, Marien (Sr.), presidente del Consejo de la UPOV (moderador)

Gracias por la pregunta, Anthony. Antes de ceder la palabra a ambas asociaciones de obtentores, recuerdo que en esta última sesión hubo una presentación sobre el Sistema Europeo de Obtenciones Vegetales que indicaba claramente que se puede ganar dinero y sostenibilidad al mismo tiempo y que también hay mucha innovación.

Entonces, por el momento, parece que funciona. Pero entiendo lo esencial de su pregunta. ¿Funciona lo suficientemente bien, también de cara al futuro? Me gustaría que Michael respondiera esta pregunta. ¿Michael?

KELLER, Michael (Sr.), secretario general, International Seed Federation (ISF) (orador)

Creo que lo importante, Anthony, es que el sistema es realmente un buen sistema. El sistema sui generis es un buen sistema porque, como sabe, ISF representa a casi ocho mil empresas. Hay un amplio abanico de empresas, desde las unipersonales a las medianas, pasando por las corporativas y las multinacionales.

Creo que todos estamos de acuerdo en que para nosotros, la filosofía es que la protección sui géneris es importante, porque también, en algún punto, muestra esta percepción a largo plazo que tenemos.

Ahora, sabemos exactamente cuando empezamos a invertir en algo, toma cinco, diez, quince años, veinticinco años hasta que se logra una nueva variedad para ponerla en el mercado.

Yo lo tomaría así. Sí, noventa y uno es bueno, pero tenemos debates que, como mencionó Edgar, sabemos que no van en la dirección correcta. Tal vez ese sea el punto que me gustaría plantear. Tal vez a nivel nacional, cuando se trata de la aplicación, pero también cuando se trata del reconocimiento de lo que el sector privado está haciendo y puede hacer, tal vez deberíamos hacer más. Y ahí es, para mí, donde a veces tengo problemas.

La semana pasada me reuní, no voy a nombrar ningún país, con países de la FAO en los que todavía tengo esta sensación. ¿Saben? Ustedes vienen, aportan sus variedades y luego se acabó. Una vez, ganan dinero, y luego se acabó, ¿saben? Creo que es ahí donde los países tienen realmente la responsabilidad, en relación con todos los desafíos a los que nos enfrentamos, de debatir con claridad y mostrar al sector privado que es complementario con lo que hacemos en la investigación pública o no. Pero tenemos que colaborar. Necesitamos... también los necesitamos en el terreno. Creo que en ese momento es cuando a veces pienso, Dios mío, sí, es bueno tener la UPOV. Es bueno que exista. Pero cuando se observa su aplicación o los debates sobre el terreno, no va en la dirección correcta.

Creo que eso es lo primero. ¿La UPOV es la herramienta adecuada? Dentro de unos años, reflexionaremos sobre ello. Quizás un día lleguemos con un documento que diga que tenemos que revisarlo. Sí, tiene treinta años, las cosas cambian. Esa también es la realidad. Es una realidad.

Si miramos el punto en el que nos encontramos hoy desde el punto del que venimos, en lo que respecta a todo lo que hemos mencionado, la edición del genoma, todo lo demás, los nuevos procesos continuos de fitomejoramiento, pero también la necesidad continua de inversión e incluso más inversión en la que quizás deberíamos pensar, no hemos llegado a ese punto. Yo creo que es hoy que tenemos que trabajar realmente juntos. Reconozcamos la complementariedad y, quizás también, impliquémonos con algunos países que aún no disponen de un sistema de protección.

Permítanme terminar con esto. Sabemos perfectamente que la inversión agrícola en los países de la región subsahariana, por ejemplo, representa el 10 % de la inversión total del sector privado. Hay una brecha por la que no estamos invirtiendo allí. Creo que precisamente es en esos países donde deberíamos invertir, es decir, pensar en la implementación y la colaboración.

VALSTAR, Marien (Sr.), presidente del Consejo de la UPOV (moderador)

De acuerdo. Gracias, Michael. Lo escucho muy bien. Empezó diciendo que la UPOV es el sistema preferido, pero tenemos que mantener la UPOV como un sistema eficaz y hay muchos actores en esto, tanto nosotros como miembros, como también los países que aún no se han unido a la UPOV, yo diría que muchas responsabilidades están ahí.

Edgar, ¿la UPOV es el sistema preferido ahora y siempre?

KRIEGER, Edgar (Sr.), secretario general, Comunidad Internacional de Fitomejoradores de Plantas Hortícolas de Reproducción Asexual (CIOPORA) (orador)

Gracias por la pregunta. Sr. presidente. Sí, por supuesto. La UPOV es el sistema preferido por los obtentores. Y CIOPORA, aunque a veces seamos críticos con el sistema, apoyamos firmemente el sistema de la UPOV. Pero no nos avergüenza señalar con el dedo los puntos débiles.

Michael ya ha dado una respuesta muy diplomática a esta pregunta. Yo puedo ser un poco más directo, como solemos ser, porque tenemos cultivos diferentes. En nuestros cultivos tenemos plantas ornamentales de propagación vegetativa y frutas, pero no semillas. Y nuestra impresión es que, desde el principio, el sistema está

un poco basado y centrado en las semillas. Esto deja un poco de lado el material cosechado. En nuestros cultivos, el material cosechado es la parte más esencial.

Por lo tanto, necesitamos protección del material cosechado. No es muy fuerte. Y la decisión de la Unión Europea es claramente una señal de que es necesario algún cambio.

La UPOV de 1991 tiene treinta años. La UPOV de 1978 tiene cuarenta y cinco años. Hace treinta años no había mucho cambio climático. El comercio mundial no era como ahora. No teníamos técnicas de fitomejoramiento ni técnicas ecológicas. Así que el mundo está cambiando mucho. Tal vez deberíamos reflexionar sobre esto e iniciar un debate al respecto.

Una cosa que me preocupa es, y tengo muchas discusiones con los obtentores sobre la aplicación de la ley. Cuando les pregunto, “¿han hecho cumplir algo recientemente?” “¿Han tenido éxito?” Me responden: “Sí, hemos tenido éxito”. “Tuvimos un caso.” “Hemos tenido éxito”. Dije, “¿sobre derechos de obtentor?” “No, sobre marcas”. “No en derechos de obtentor.”

Casi nadie tiene éxito en hacer valer los derechos de obtentor porque es muy complejo, lleva mucho tiempo. Es muy caro. Y al final, no es predecible. Y vemos varios casos judiciales que van en la dirección equivocada. Las marcas son más fáciles.

La capacidad de innovación en otras industrias no es menor que en la agricultura y la horticultura, y tienen patentes. Y cuando predigo que si el sistema de patentes está abierto para las obtenciones vegetales, los obtentores elegirán las patentes para su mejor genética. Esto es lo que ocurre actualmente en Estados Unidos, las patentes de utilidad. Si tiene una variedad realmente excelente, no recurre a los derechos de obtención. Usted no elige la protección de las obtenciones vegetales. Usted elige las patentes de utilidad. Y usted tiene una reivindicación amplia y estas reivindicaciones no matan a la industria. Protegen la innovación y hacen que el obtentor recupere su inversión.

Así que, para nosotros, el sistema de la UPOV es el correcto, pero tenemos que mejorarlo.

VALSTAR, Marien (Sr.), presidente del Consejo de la UPOV (moderador)

Gracias, Edgar. Y es bueno ser crítico. Tenemos que ser críticos juntos para asegurarnos de que el sistema es infalible ahora y en el futuro. Así que, hay que seguir siendo críticos. Por supuesto, con las palabras adecuadas y la actitud correcta. Pero ahora tenemos que ver realmente dónde podemos... cómo podemos mejorar nuestro sistema.

Vi a la Unión Europea pidiendo la palabra. UE, por favor.

MANNERKORPI Päivi (Sra.), Jefa de equipo - Material de reproducción vegetal, Unidad G1 Salud Vegetal, Dirección General de Sanidad y Seguridad Alimentaria (DG SANTE), Comisión Europea, Bruselas (Bélgica)

Muchas gracias. En la Unión Europea nos gusta referirnos al fitomejoramiento como una solución a los problemas y a la transformación hacia un sistema alimentario sostenible, pero ¿el fitomejoramiento puede dar resultados? Quiero decir, los desafíos son inmensos y ¿el progreso del fitomejoramiento es indefinido? ¿El fitomejoramiento es realmente capaz de dar respuesta a todos estos desafíos? ¿El fitomejoramiento puede responder a todos estos desafíos?

La segunda pregunta se refiere a la exploración del horizonte. En realidad, el seminario fue como un seminario de exploración del horizonte. Mi pregunta sería ¿cómo ve el sistema de la UPOV en 2030, en un período más largo, en el horizonte? ¿Seguirá ahí? ¿Deberíamos, mientras tanto, llevar a cabo una conferencia diplomática y mejorarlo? ¿Cómo lo ven ustedes? Gracias.

VALSTAR, Marien (Sr.), presidente del Consejo de la UPOV (moderador)

Gracias por sus dos preguntas. De nuevo, dirigidas a los obtentores. Y acabo de recibir un mensaje de que John Derera ha pedido la palabra y ya estaba a punto de preguntárselo porque quizás él también tenga opiniones sobre la primera pregunta que ha formulado la Comisión Europea. ¿El fitomejoramiento es capaz de ofrecer resultados? John, tiene la palabra.

DERERA, John (Sr.), Director Principal de Mejora y Precombinación de Plantas, Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) (orador)

Muchas gracias. Sí, yo también quería hablar sobre la primera pregunta en cuanto a la eficacia de la UPOV y los derechos de obtentor. Creo que es eficaz si se mira desde el punto de vista del fitomejoramiento público y se tiene en cuenta el cambio climático, se busca la diversidad. También buscamos obtener rasgos de ciertos materiales para mejorar la adaptación. Creo que esta disposición es una gran ventaja para que los obtentores públicos puedan cultivar a partir de los materiales protegidos por este sistema.

En cuanto a la cuestión de si el mejoramiento puede dar resultados, diré que sí. Mi respuesta es afirmativa. El fitomejoramiento definitivamente puede dar resultados y hay abundantes pruebas de la aparición de nuevas variedades. Por ejemplo, incluso en este seminario se ha demostrado que las variedades resistentes a la sequía, como en el arroz y el maíz, e incluso dentro de los cultivos agronómicos, hemos visto un aumento de la superficie de producción de maíz en el Sahara, que es bastante seco, cuando se introdujeron variedades resistentes a la sequía y al calor.

También en el África subsahariana, donde AGRA es bastante reciente. Devastador, hace tres o cinco años de Kenya a Sudáfrica. Pero los materiales que llegan a través del programa del CIMMYT, resistentes y probados en muchos países, demuestran que podemos encontrar una solución incluso utilizando rasgos naturales.

Por lo tanto, yo diría que el fitomejoramiento puede dar resultados, pero requiere inversión para impulsarlo. La protección de la UPOV es uno de los elementos que proporcionará ambas cosas. Gracias.

VALSTAR, Marien (Sr.), presidente del Consejo de la UPOV (moderador)

De acuerdo. Gracias, John. De hecho, si miramos hacia atrás en el tiempo, vemos que el fitomejoramiento está dando resultados y creo que lo importante es que mantengamos el sistema para que siga dando resultados. Necesitamos esta innovación no solo ahora, sino también en el futuro.

Podría preguntar a los obtentores si creen que el fitomejoramiento puede dar resultados, pero creo que ambos dirían que sí. Así que prefiero pasar a la segunda pregunta que ha formulado la Unión Europea. ¿Cómo ve el sistema en 2030? Bueno, diría que es muy pronto. Pero en cualquier caso, ¿sería necesaria una revisión real del Convenio? ¿Edgar? Quizás podría responder usted porque es muy crítico.

KRIEGER, Edgar (Sr.), secretario general, Comunidad Internacional de Fitomejoradores de Plantas Hortícolas de Reproducción Asexual (CIOPORA) (orador)

Muchas gracias, Sr. presidente. Hemos desarrollado los documentos de posición y el último, de 2014, comenzó en 2010. Espero que todos ustedes los hayan leído. Si los han leído, saben que vemos necesaria una revisión, no drástica. Puede que a algunos les parezca drástica. Creo que deberíamos alejarnos de la idea de que una protección débil es buena para los agricultores y productores. No es así.

Una buena protección es buena para la gente honrada, para los obtentores y para los titulares de licencias que son honrados, porque pagan su parte y contribuyen al sistema de todos modos. Un sistema débil solo es bueno para los infractores porque no se puede hacer cumplir la ley contra ellos. Esto es a lo que nos enfrentamos día a día.

Así que, en este contexto, yo diría que sí, que estaría bien una revisión. 2030 ya está muy cerca. Hace cinco años, dije que empezamos por 2030, pensando en 2030. Quizás ahora deberíamos pensar en 2040. Y cuando veo los debates de algunos Estados miembros de la UPOV, soy un poco escéptico de que eso ocurra, porque los países podrían hacer más en su propia legislación nacional, pero no lo hacen. Esto es lo que me preocupa un poco. Pero creo que debería hacerse una revisión. Gracias.

MANNERKORPI Päivi (Sra.), Jefa de equipo - Material de reproducción vegetal, Unidad G1 Salud Vegetal, Dirección General de Sanidad y Seguridad Alimentaria (DG SANTE), Comisión Europea, Bruselas (Bélgica)

Disculpe. Sr. presidente, me refería a dentro de 20, 30 años en un horizonte más largo. Gracias.

VALSTAR, Marien (Sr.), presidente del Consejo de la UPOV (moderador)

¿Eso cambia su respuesta, Edgar?

KRIEGER, Edgar (Sr.), secretario general, Comunidad Internacional de Fitomejoradores de Plantas Hortícolas de Reproducción Asexuada (CIOPOA) (orador)

Perdón, no entendí bien.

VALSTAR, Marien (Sr.), presidente del Consejo de la UPOV (moderador)

Pero sí, lo he escuchado, Edgar, y gracias por la respuesta. Y sí, 2040, es una estimación razonable. Pero, por supuesto, siempre, y creo que es importante que también se destaque, con el Convenio actual que tenemos, todavía queda mucho por hacer en muchos países, con la implementación, con la mejora, etcétera, etcétera. Ese es, por supuesto, el equilibrio que también buscamos. Si empezamos a revisar el Convenio, probablemente la aplicación de las mejoras en muchos países no se acelerará en ese momento. Así que hay que encontrar un equilibrio.

Creo, Michael, que también sería bueno conocer su opinión sobre los próximos 20, 30 años.

KELLER, Michael (Sr.), secretario general, International Seed Federation (ISF) (orador)

Me gustaría empezar de nuevo porque un punto que no mencionamos lo suficiente también es este, hoy tenemos, y desde siempre de alguna manera, una interdependencia en materia de semillas. Ningún país es independiente en lo que respecta a las semillas. Las semillas se mueven por todo el mundo. Nos guste o no, también lo vimos durante la COVID. Es una realidad. Creo que es una realidad y tengo un estado realmente interesante para ustedes también de la OCDE sobre el mercado de Asia-Pacífico, sobre esta interrelación, porque es bueno. En tiempos de cambio climático, nunca debemos olvidar que si solo se depende de un lugar de producción y sufre una inundación, está muerto. Eso significa que también tenemos que pensar en lo siguiente: tenemos que encontrar formas de garantizarnos de alguna manera que tengamos suficientes semillas y diversidad de semillas.

En segundo lugar, necesitamos protección y también coherencia porque trabajamos con agricultores. Y la realidad del agricultor hoy en día es que a veces decide lo que quiere plantar una semana antes. Una semana antes. De acuerdo. Y entonces no se tiene nada en ese país, y es necesario mover variedades.

Eso significa que también debemos tener en cuenta que todo está cambiando, pero está cambiando en el buen sentido, porque los agricultores también están cambiando debido a la situación a la que se enfrentan en el terreno.

Así que abrir una, como le llaman, una conferencia diplomática podría ser un enfoque interesante y quizás los agricultores podrían estar interesados. Miro atentamente a Edgar. Me está observando.

Pero la cuestión es que tenemos lo que tenemos. Si tenemos, en este mundo multilateral que conocemos, una conferencia diplomática, ¿obtendríamos algo que quizás apoye al sector privado o al fitomejoramiento en su conjunto? En cierto modo, necesitamos, incluso disminuiría.

Se los pregunto. Ustedes son los que toman las decisiones. Nosotros los observamos y nos preguntamos si iríamos en una dirección, quizás, incluso dentro de diez o quince años, en un mundo cambiante en el que sí, necesitamos protección, ¿quizás necesitamos una protección aún más fuerte? Quizás necesitemos una protección más firme, pero más corta, porque también los agricultores cambian más rápido.

Pero en cuanto a esto, ¡guau!, ¿los países, todos ustedes, están de acuerdo? Porque creo que hay unanimidad. Esa es la cuestión. Por lo tanto, ¿deberíamos intentar trabajar con lo que tenemos pero aplicarlo de verdad, aplicarlo de la manera correcta en lugar de quizás soñar y luego acabar con algo o con nada?

VALSTAR, Marien (Sr.), presidente del Consejo de la UPOV (moderador)

De acuerdo. Gracias por esta advertencia, Michael. Hay que recalcar que tenemos que hacer mucho con el Convenio actual y todavía podemos hacer mucho. Creo, espero, Comisión Europea, que esto responda a su pregunta sobre hacia dónde nos dirigimos.

¿Hay alguien en la sala que quiera reaccionar a la pregunta que Michael les planteó como países? ¿Están buscando un nuevo Convenio? Pero si no hay nadie... Veo que Kenya está pidiendo la palabra, probablemente sobre una cuestión diferente. Kenya, tiene la palabra.

MAINA, Simon Mucheru (Sr.), jefe de Certificación de Semillas y Protección de Variedades Vegetales, Servicio de Inspección Fitosanitaria de Kenya (KEPHIS), Nairobi, Kenya

Muchas gracias, presidente. Tengo dos temas relacionados para tratar, quizás Michael, hoy es tu día, o alguien más del sector privado.

Hemos visto una participación muy positiva del sector privado en el fitomejoramiento en nuestro país y también en otros países vecinos de África, lo que es muy positivo. Pero tradicionalmente hemos tenido muchas variedades, sobre todo lo que llamamos variedades climáticas, desarrolladas por el sector público. Y a veces estas variedades no llegan a los agricultores debido a la limitada capacidad del sector privado, es decir, del sector público, para hacerlo.

Así que, por mucho que el sector privado se dedique al fitomejoramiento, y sé que el fitomejoramiento lleva su tiempo, siempre nos preguntamos por qué el sector privado no se quedaría con las variedades públicas mientras trabajan por su cuenta. No sé cuál es su experiencia en otras partes del mundo, porque eso limita el acceso de los agricultores a algunos de esos materiales buenos.

Otro aspecto relacionado es el sector privado, que propone una buena variedad, muy popular entre los agricultores. Sabemos que ya hemos hecho pruebas, que tienen mejores variedades, pero se quedan con eso y limitan así el acceso de los agricultores. Hay mejores variedades que se dejan de lado porque hay una variedad a la que necesariamente le va muy bien. Así que no sé qué diría al respecto, porque creemos que es una limitación. Los agricultores se están perdiendo buenos materiales. Gracias.

VALSTAR, Marien (Sr.), presidente del Consejo de la UPOV (moderador)

De acuerdo. Gracias, Kenya. Preguntas muy interesantes y desafiantes porque, de hecho, hablamos todo el tiempo de crear mejores variedades y asegurarnos de que lleguen a los agricultores, y aparentemente hay una necesidad en Kenya o al menos una pregunta, una demanda. ¿Cómo puede el sector privado ayudarnos a hacer llegar a los agricultores estas variedades obtenidas públicamente? Una pregunta muy interesante. Y, Michael, creo que se ha dirigido a usted, así que le plantearé la pregunta.

KELLER, Michael (Sr.), secretario general, International Seed Federation (ISF) (orador)

Creo que es un punto, y es un punto serio que tenemos en muchos países, y es lo mismo. Tenemos aquí a un colega del CGIAR. Tenemos el CGIAR, a veces cosas buenas en el CGIAR, pero no está asumido. ¿Cómo solucionarlo?

Creo que esto es exactamente cuando hablamos de cómo tenemos que tener también el diálogo en los países y el reconocimiento, lo que puede hacer el sector privado y tal vez cuál no es el rol de la investigación pública, porque ¿están preparados para ingresar en el mercado? No. Esa es la función del sector privado. Cuando hablo, represento a ocho mil empresas, muchas de ellas no son en absoluto empresas de fitomejoramiento. Muchas de ellas son empresas especializadas en la producción o en el comercio.

Esto significa que en varios países, en África, por ejemplo, pero también en Asia, nos planteamos la cuestión de cómo podemos estructurar el sector privado en estos países para que no pongan en marcha un programa de fitomejoramiento de un momento para otro, sino que colaboren con las autoridades públicas. Ya hemos tenido este debate, pero creo que ese es exactamente el diálogo que deberíamos mantener en muchos países, y creo que también es un debate que mantenemos a veces con el CGIAR sobre cómo podemos utilizar mejor lo que hay para convertirlo en una variedad comercial y llevarlo al mercado.

Pero esto no es algo que podamos hacer desde cero. Eso significa que también hay que estructurar toda una cadena de conocimientos y de valor. Pero creo que esto es... estoy totalmente de acuerdo con usted, es un dominio importante. Ya he dicho al principio que no se trata solo del fitomejoramiento privado. El fitomejoramiento público es muy importante en todas partes, pero es esencial que pongamos fin a esta distancia.

¿Cuántas variedades hay en el mercado? Lo que buscamos es ofrecer opciones, al menos que los agricultores puedan elegir. Al final, siempre decimos que es el agricultor quien debe elegir entre una variedad autóctona, una variedad pública u otras. Cuántas variedades del sector privado haya en el mercado depende quizás también de la competencia que exista en el país.

VALSTAR, Marien (Sr.), presidente del Consejo de la UPOV (moderador)

De acuerdo. Gracias, Michael. Material para la reflexión, pero sobre todo material para la colaboración. Sé que es muy difícil encontrar el nivel adecuado, la plataforma adecuada para colaborar, porque en una sala de reuniones es muy fácil decir sí, trabajemos juntos, pero hacerlo realmente sobre el terreno o al menos donde hay que hacerlo, eso requiere otro esfuerzo.

Así que espero, y eso también lo veo, que el sector privado tienda la mano. ¿Qué mano podemos estrechar y ver cómo podemos mejorar esto? También espero que desde el sector público se reconozca y acepte esta mano y se pueda empezar a colaborar en este sentido, por más difícil que sea.

John Derera del CGIAR. También se lo ha mencionado en la respuesta de Michael. ¿Observan lo mismo con las variedades o materiales desarrollados en su sistema? ¿Experimentan a veces lo mismo, que es difícil hacer llegar estas mejores variedades a los agricultores?

¿Puedo darle la palabra, John? Sí, la palabra es suya.

DERERA, John (Sr.), Director Principal de Mejora y Precombinación de Plantas, Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) (orador)

Gracias. Sí. En realidad es un desafío, como se ha explicado aquí, que las variedades se hayan cultivado en el sistema público dentro del CGIAR y también con nuestros socios de programas nacionales. Pero es una de las áreas en las que estamos trabajando, en ese desafío, intentando aportar soluciones. Cuando presentamos las iniciativas de inteligencia de mercado dentro del CGIAR, las nuevas iniciativas que comenzaron este año, en 2022, están ahí para tratar de reducir esa brecha. Tal vez uno de los elementos podría ser que cuando los obtentores públicos desarrollan estas variedades, carecen de información suficiente en términos de qué variedades se pueden vender cuando se las damos al sector privado.

Así que estamos intentando trabajar más en centrarnos ahora en cuál es el perfil del producto objetivo. Eso es lo que hace el sector cuando introducimos algo nuevo en el sistema público de fitomejoramiento, tanto en el sistema de GC como en los programas nacionales. Al mismo tiempo, esperamos que nuestra iniciativa de inteligencia de mercado esté mucho más cerca de los agricultores y del sector privado a la hora de proporcionar información sobre la demanda, sobre lo que los agricultores desean de nuestras variedades, para que podamos ofrecer las variedades a los agricultores.

Por lo tanto, es un desafío y la solución es la iniciativa de inteligencia de mercado que tenemos. Muchas gracias.

VALSTAR, Marien (Sr.), presidente del Consejo de la UPOV (moderador)

De acuerdo. Gracias, John. Yo diría que hay margen para la colaboración. Gracias a Kenya, por tan pertinente pregunta que ha formulado, porque podemos dedicar mucho tiempo a discutir sobre lo bueno que somos como sistema de la UPOV y de lo maravilloso que es el fitomejoramiento, pero al final se trata de los efectos que tenemos sobre el terreno cuando hablamos de seguridad alimentaria y de cambio climático.

Así que, es necesario tomar medidas no solo en esta sala, sino en otros lugares.

Se acerca el final de la reunión, pero veo que la última pregunta la hace Argentina.

VILLAMAYOR, María Laura (Sra.), Coordinadora de Relaciones Institucionales e Interjurisdiccionales, Instituto Nacional de Semillas (INASE), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, Buenos Aires, Argentina

Gracias, presidente. Para ser honesta, realmente no tengo una pregunta. Quería aportar algo sobre la interacción entre los sectores público y privado.

Todavía no pudimos llegar al Acta de 1991 del Convenio de la UPOV en algunos países latinoamericanos, incluso cuando vamos a tener uno nuevo. Por lo tanto, tenemos que manejarnos con los instrumentos que tenemos. Pero reconocemos que la cooperación público-privada es muy importante. En Argentina, hemos trabajado como mediadores entre el sector público y otros sectores para desarrollar marcadores moleculares e identificar variedades

en el mercado. Esto nos da una idea de las variedades que utilizan realmente los productores del sector agrícola y pesquero. Facilitamos esta información a los obtentores para que puedan ejercer sus derechos de obtentor. Es un ejemplo de cooperación entre el sector público y el privado, que ha funcionado bastante bien en realidad.

En algunos casos hemos detectado inconsistencias en la información que nos brindan los productores y a veces tenemos semillas que nos han proporcionado los obtentores sobre las que luego se pueden hacer pruebas moleculares de mercado.

A veces tenemos que pensar en cambiar la legislación de los países. En ocasiones, tenemos que ser un poco más creativos que eso y, como he dicho, utilizar lo que tenemos para garantizar que los derechos del obtentor puedan ejercerse y aplicarse adecuadamente.

No deberíamos ir directamente a cambiar la legislación porque a veces eso es difícil. No es solo una cuestión técnica, es una cuestión política, por supuesto, lo que la hace difícil por definición.

Fomentar la cooperación entre el sector público y el privado, como hacemos en Argentina, suele ser positivo. Nos ayuda a cambiar las cosas para mejor y evita la cuestión tan difícil, larga y delicada de tener que cambiar la legislación. Gracias.

VALSTAR, Marien (Sr.), presidente del Consejo de la UPOV (moderador)

Gracias, Argentina, por ofrecer este ejemplo de cómo la colaboración público-privada puede funcionar y es fructífera. Hay muchos de estos ejemplos, pero también muchos que han empezado pero tienen dificultades. Realmente hace falta un esfuerzo para conseguirlo. La felicito por ello.

Como no era una pregunta, aún tengo tiempo para una pregunta de la sala, si es que hay alguna. Si no, empezaré por dar por concluida esta reunión.

OBSERVACIONES FINALES

Seminario sobre la importancia del fitomejoramiento y la protección de las obtenciones vegetales a la hora de propiciar que la agricultura mitigue los efectos del cambio climático y se adapte a este

Sr. Marien Valstar

Presidente del Consejo de la UPOV

- El cambio climático nos afecta cada vez más a todos en todo el mundo: agricultores, obtentores y consumidores. Los efectos son bióticos (nuevas plagas y enfermedades) y abióticos (calor, sequía, lluvia y cambios estacionales).
- Para reaccionar a estos efectos se necesitan varias estrategias. El fitomejoramiento debe tener un papel fundamental en estas estrategias; los agricultores necesitan obtenciones vegetales para hacer frente al cambio climático, pero también para aumentar la productividad de manera sostenible a fin de reducir el cambio climático.
- El fitomejoramiento es un proceso muy prolongado para el que es necesario que las instituciones públicas y las empresas privadas inviertan a largo plazo. Los obtentores necesitan un marco jurídico que promueva la innovación y respalde la conservación y utilización de los recursos genéticos.
- El sistema de la UPOV hace posible que los obtentores proporcionen a los agricultores las variedades que necesitan para alimentar el mundo a pesar del cambio climático.

UPOV



LISTE DES PARTICIPANTS / LIST OF PARTICIPANTS / TEILNEHMERLISTE / LISTA DE PARTICIPANTES

**(dans l'ordre alphabétique des noms / in the alphabetical order of the surnames /
in alphabetischer Reihenfolge der Namen / por orden alfabético de los apellidos)**

**établie par le Bureau de l'Union / prepared by the Office of the Union / vom Verbandsbüro erstellt /
preparada por la Oficina de la Unión**

I. PARTICIPANTS / PARTICIPANTS / TEILNEHMER / PARTICIPANTES

ABAD Joey Gil (Sr.s), CSUPIAT, Makati City, Philippines

ABARCARSEL, Jesus (Sr.), CSUPIAT, Toledo, Philippines

ABBASOV Boburkhan (Sr.), Chief Consultant, Industrial design, Agency on Intellectual Property under the Ministry of Justice of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

ABEDES Alfredo, CSUPIAT, Taguig, Philippines

ABOSHOSHA Zoheir (Sra.), Agronomist, Plant Variety Protection Office (PVPO), Central Administration for Seed Testing and Certification (CASC), Giza, Egypt (e-mail: sh_z9@hotmail.com)

ABRAHAM Nantel Abraham (Sr.), Qiryat Ata, Israel

ACCIARINO Arianna (Sra.), Communications Manager, Communications, World Farmers' Organisation (WFO), Rome, Italy (e-mail: arianna.acciarino@wfo-oma.org)

ACQUAFREDDA Vincenzo (Sr.), Lawyer, Trevisan & Cuonzo Avvocati, Bari, Italy

ADDUN Jennifer (Sra.), CSUPIAT, Taguig, Philippines

AGBULIG Sherly (Sra.), CSUPIAT, Philippines

AGUSTIN Jaylord (Sr.), CSUPIAT, Taguig, Philippines

AGUSTIN Marie Kris (Sra.), Plant breeding, CSU PIAT, Piat, Philippines (e-mail: agustinmariekris@gmail.com)

ALEJO LARA Uriel (Sr.), Tecnico de campo, Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, Tlaquepaque, México (e-mail: urielalejolara@gmail.com)

ALFONSO Emerson (Sr.), CSUPIAT, Butuan, Philippines

ALVAREZ HERNANDEZ Luis Miguel (Sr.), Tecnico de campo, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, Tlaquepaque, México (e-mail: luis_alvarezgdl@hotmail.com)

ANDRES Christopher (Sr.), CSUPIAT, Zamboanga, Philippines

ANNE Kristel (Sra.), CSUPIAT, Taguig, Philippines

AMEZCUA DUEÑAS Carlos Emiliano (Sr.), Tecnico en campo, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), Guadalajara, México (e-mail: emiliano.amezcua.duenas@gmail.com)

- ANACLETO Domenico (Sr.), Lawyer, Trevisan & Cuonzo, Bari, Italy
- ANDAM Daisy (Sra.), Plant breeding, CSU PIAT, Piat, Tuao, Philippines (e-mail: andamdaisy2@gmail.com)
- ANDAM Jesabell (Sra.), Plant breeding, CSU PIAT, Piat, Philippines (e-mail: jesabellandam02@gmail.com)
- ANTONGIOVANNI Mirta (Sra.), Global Regulatory Affairs Manager, GDM, Seed Association of the Americas (SAA), Buenos Aires, Argentina (e-mail: mantongiovanni@gdmseeds.com)
- AREOLA Jonathan (Sr.), Student, College of Agriculture, CSU-Piat Campus, Piat, Philippines (e-mail: areolajonathan7@gmail.com)
- ARTILLO Asmer (Sr.), CSUPIAT, Taguig, Philippines
- ATTAH Stephen (Sr.), Graduate, WACCI, University of Ghana, Accra, Ghana (e-mail: sattah@wacci.ug.edu.gh)
- AVILA ROSTANT Omaira Bernadett (Sra.), Biotechnologist/ CARDI Representative to Belize, Caribbean Agricultural Research and Development Institute (CARDI), Belize City, Belize (e-mail: oavila@cardi.org)
- AYMURATOV Bekpolat (Sr.), Head, Centre for Intellectual Property, Intellectual Property Agency, Ministry of Justice, Tashkent, Uzbekistan (e-mail: aymuratov777@gmail.com)
- BAJALE Daiga (Sra.), Director, Department of Agriculture, Ministry of Agriculture, Riga, Latvia (e-mail: daiga.bajale@vaad.gov.lv)
- BALCHIN Ashley (Sra.), Examiner, Plant Breeders' Rights Office, Canadian Food Inspection Agency (CFIA), Ottawa, Canada (e-mail: ashley.balchin@inspection.gc.ca)
- BALIUAG Neil Nemesio (Sr.), Associate Professor, Plant Breeding Department, College of Agriculture, Cagayan State University, Piat, Philippines (e-mail: nnbaliuag@csu.edu.ph)
- BALINUYOS Alexis, CSUPIAT, Taguig, Philippines
- BALMORES Cleofe mae (Sra.), Student, College of Agriculture, Cagayan State University - Piat Campus, Piat, Philippines
- BANGUI Rica (Sra.), College of Agriculture, Cagayan, Philippines
- BARDILLO Charlotte (Sra.), Student, Cagayan State University, Piat, Philippines (e-mail: bardilloculili@gmail.com)
- BARNABY Christopher James (Sr.), PVR Manager / Assistant Commissioner, Plant Variety Rights Office, Intellectual Property Office of New Zealand, Intellectual Property Office of New Zealand, Plant Variety Rights, Ministry of Economic Development, Christchurch, New Zealand (e-mail: Chris.Barnaby@pvr.govt.nz)
- BASA Nimpha (Sra.), Amulung, CSU-Piat Campus, Philippines (e-mail: nimphabasa@gmail.com)
- BASSI Daniele (Sra.), Università degli Studi di Milano, DiSAA, Italy (e-mail: daniele.bassi@unimi.it)
- BAYAUA Christy (Sra.), BSA 4-B, CSU, Piat, Philippines (e-mail: christybayaua@gmail.com)
- BEHNKE Marcin (Sr.), Deputy Director General for Experimental Affairs, Research Centre for Cultivar Testing (COBORU), Slupia Wielka, Poland (e-mail: m.behnke@coboru.gov.pl)
- BENÍTEZ REASCOS Steven Alejandro (Sr.), Analista de Transferencia de Tecnología, Dirección de Producción, Comercialización y Servicios Especializados, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Quito, Ecuador (e-mail: steven.benitez@iniap.gob.ec)
- BENITO Alvin (Sr.), Student, Agriculture Department, Tuao, Philippines (e-mail: alvinbenito15@gmail.com)
- BERAS-GOICO JUSTINIANO Octavio Augusto (Sr.), Encargado del Departamento Legal, Oficina de Registro de Variedades y Obtenciones Vegetales (OREVADO), Santo Domingo, República Dominicana (e-mail: ota470@gmail.com)
- BERGANIO John Carl, CSUPIAT, Baguio, Philippines
- BERNARDO Reichelle (Sra.), Student, Department of Agriculture, Cagayan State University-Piat Campus, Tuguegarao, Philippines (e-mail: reichellebernardo10@gmail.com)

BÍMOVÁ Pavla (Sra.), General affairs of DUS testing, National Plant Variety Office, Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture (ÚKZÚZ), Brno, Czech Republic (e-mail: pavla.bimova@ukzuz.cz)

BIVUGILE Dorah Herman (Sra.), Research Officer, Tanzania Official Seed Certification Institute (TOSCI), Morogoro, United Republic of Tanzania (e-mail: maydorah@gmail.com)

BIRAQUIT Jamaicka, CSUPIAT, Makati City, Philippines

BLANCHA Csupiat Gema-rose Blanca, Taguig, Philippines

BRAVO Jay Bravo, CSUPIAT, Quezon City, Philippines

BOMERS Svenja (Sra.), Junior Expert, Institute for Seed and Propagating Material, Phytosanitary Service and Apiculture, Austrian Agency for Health and Food Safety (AGES), Vienna, Austria

BORG Pia (Sra.), Senior Advisor, Norwegian Food Safety Authority, Brumunddal, Norway (e-mail: pia.borg@mattilsynet.no)

BOUDISSA Naila (Sra.), Assistante technique, Ministère de l'agriculture et du développement rural, Alger. Algérie (e-mail: n.boudissa@inapi.org)

BRAND Manuela (Sra.), Plant Variety Rights Office, : Sustainable Plant Protection and Varieties, Office fédéral de l'agriculture (OFAG), Bern, Switzerland (e-mail: manuela.brand@blw.admin.ch)

BROADHEAD Jacqueline (Sra.), Plant Variety Rights Examiner, Plant Variety Rights Office, Intellectual Property Office of New Zealand, Plant Variety Rights, Ministry of Economic Development, Christchurch, New Zealand (e-mail: jacquie.broadhead@pvr.govt.nz)

BRUINS Marcel (Sr.), Consultant, CropLife International, Brussels, Belgium (e-mail: marcel@bruinsseedconsultancy.com)

BUMATAY Lizel (Sra.), Department of Agriculture, Cagayan State University-Piat Campus, Tuao, Philippines (e-mail: lizelbumatay490@gmail.com)

BUMANGLAG Marvin (Sr.), CSUPIAT, Makati City, Philippines

BUNUAN Cristina Jane (Sra.), CSUPIAT, Taguig, Philippines

BUSTOS Sandra Cristina (Sra.), Maipa, Chile

BUTED Erika (Sra.), CSUPIAT, Zamboanga, Philippines

BOENS Shannah (Sra.), Attaché, FOD Economie, KMO, Middenstand en Energie, Algemene Directie Economische Reglementering, Dienst voor de Intellectuele Eigendom, Bruxelles, Belgien (e-mail: shannah.boens@economie.fgov.be)

BYRNE Chris (Sr.), Policy Advisor, Science and Advice for Scientific Agriculture (SASA), Edinburgh, United Kingdom (e-mail: chris.byrne@gov.scot)

CABARONG Jackelyn (Sra.) CSUPIAT, Makati City, Philippines

CABUNAG Rofel (Sr.), CSUPIAT, Makati City, Philippines

CADIOGAN Airah (Sra.), Digital Media Specialist, Communication, International Seed Federation (ISF), Nyon, Switzerland (e-mail: a.cadiogan@worldseed.org)

CAGURUNGAN Eloisa (Sra.), Student, CSU-Piat Campus, Tuao, Philippines (e-mail: polangcagurungan28@gmail.com)

CALIMARAN Janeth (Sra.), CSUPIAT, Taguig, Philippines

CAMACARO Nayiri (Sra.), Investigador, Recursos Fitogenéticos, Inia, Maracay, Venezuela (República Bolivariana de) (e-mail: nayiric@gmail.com)

CAMBRI Ailene (Sra.), Taguig, Philippines

CAMMAYO Eddiemar (Sr.), Makati City, Philippines

CAMPO Sheena (Sra.), Taguig, Philippines

CAMPO Zairene (Sr.), Toledo, Philippines

CAMPO Sheila (Sra.), Baguio, Philippines

CAMPOS VILLARREAL Rodrigo Antonio (Sr.), Analista B, Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, Tlaquepaque, México

CANNU Ericka (Sra.), Student, Agriculture, Tuao, Philippines

CARANGUIAN Caranguian (Sr.), Taguig, Philippines

CARBALLO ZEPEDA Claudio Aquiles (Sr.), Director, Dirección General, Semillas Biidxi, Texcoco, Mexico (e-mail: claudio@biidxi.mx)

CARRERA NAVARRETE Evelyn Consuelo (Sra.), Analista de Biología Molecular, Quito, Ecuador

CASTRO Geraldine, Agricultural Technologist, Office of the Municipal Agriculturist, Local Government Unit of Solana, Solana 3503, Philippines (e-mail: castrogeraldinemt27@gmail.com)

CATIGGAY Aaron (Sr.), Taguig, Philippines

CECHOVÁ Lydie (Sra.), Crop Expert, Central Institute for Supervising and Testing in Agriculture (UKZUZ) Ustredni kontrolni a zkusebni ustav zemedelsky, Hradec Nad Svitavou, Czech Republic (e-mail: lydie.cechova@ukzuz.cz)

CHIN Chinchin (Sr.), Singapore

CHO Won-Bum (Sr.), Forest Researcher, Plant Variety Protection Division, National Forest Seed Variety Center (NFSV), Chungcheongbuk-do, Republic of Korea (e-mail: rudis99@korea.kr)

CHOI Keunjin (Sr.), Director, GIPO, PVP, Suwon, Republic of Korea (e-mail: policy@sansor.co.za)

CILLIERS Magdeleen (Sra.), Policy and Research Officer, South African National Seed Organization, Pretoria, South Africa (e-mail: policy@sansor.co.za)

CLAUS Sebastien (Sr.), Technical Specialist, Varieties and Seeds, National Institute of Agricultural Botany (NIAB), Cambridge, United Kingdom (e-mail: Sebastien.Claus@niab.com)

CLOWEZOVÁ Lenka (Sra.), Agricultural Commodities Department, Ministry of Agriculture, Praha, Czech Republic (e-mail: lenka.clowezova@mze.cz)

COCA Valery (Sra.), Field Operation Division, Department of Agriculture, Tuguegarao City, Philippines (e-mail: cocavalery143001@gmail.com)

CODAL King Earl Mandaluyong (Sr.), City, Philippines

COLLONNIER Cécile (Sra.), Technical Expert, CPVO, Angers, France (e-mail: collonnier@cpvo.europa.eu)

COMBENEGRE Jean Paul (Sr.), Avocat et professeur de droit, Combenègre Avocats, Paris, France (e-mail: jp.combenegre@gmail.com)

COMPANERO Josie-Rose (Sra.), Student, CSU PIAT, Tuao, Philippines (e-mail: companerijosierose@gmail.com)

CONFESAL Rhea (Sra.), Paco Roman, Philippines

CSÖRGÖ Szonja (Sra.), Director, Intellectual Property & Legal Affairs, Euroseeds, Brussels, Belgium (e-mail: szonjacsorgo@euroseeds.eu)

CUCCHI Marleen (Sra.), Employee, Plant Production, Federal Ministry of Food and Agriculture, Bonn, Germany

D'ALESSANDRO Marco (Sr.), Senior Policy Advisor, Legal & International Affairs Division, Swiss Federal Institute of Intellectual Property, Bern, Switzerland (e-mail: marco.dalessandro@ipi.ch)

DAGUIO Mae Aann (Sra.), Moncada, Philippines

DALE Dale (Sr.), Würzburg, Germany

DE LOS SANTOS Jojo (Sra.), Mexico, Philippines

DE RONDE Kobie (Sra.), Regulatory country manager, Syngenta, Pretoria, South Africa
(e-mail: kobie.de_ronde@syngenta.com)

DE WIT Marc, Examiner (Sr.), Plant Breeders' Rights Office, Canadian Food Inspection Agency (CFIA), Ottawa, Canada (e-mail: Marc.deWit@Inspection.gc.ca)

DI MARZO Valeria (Sra.), Communications Manager, Communications, World Farmers' Organisation (WFO), Rome, Italy (e-mail: valeria.dimarzo@wfo-oma.org)

DÍAZ JIMÉNEZ Ana Luisa (Sra.), Asesora/Consultora, Semillas, Biotecnología y Propiedad intelectual, Colombia

DOCTOLERO Norbert (Sr.), Taguig, Philippines

DOLADO Jobert (Sr.), Taguig, Philippines

DOMINGO LEOMAR (Sr.), Taguig, Philippines

DUMIC Marija (Mme), Communications Intern, Communications, World Farmers' Organisation, Rome, Italy

ENESCU Teodor Dan (Sr.), Counsellor, State Institute for Variety Testing and Registration (ISTIS), Bucarest, Romania (e-mail: enescu_teodor@istis.ro)

ESCOBAR HARO Ingrid (Sra.), Primer Secretario, Dirección de Ceremonial y Protocolo, Ministerio de Relaciones Exteriores y Movilidad Humana, Quito, Ecuador

ESPIRITU Angelica (Sra.), Makati City, Philippines

ESPIRITU Jay Bianca (Sra.), Crop Improvement (Plant Breeding), CSU-PIAT, Piat, Philippines

FEINDURA Antonia (Sra.), Product manager, Breeding, Elsner pac, Thiendorf, Germany
(e-mail: A.feindura@pac-elsner.com)

FIESTA Julius (Sr.), Baugo, Philippines

FRANZÉN Magnus (Sr.), Deputy Head, Plant and Control Department, Swedish Board of Agriculture, Jönköping, Sweden (e-mail: magnus.franzen@jordbruksverket.se)

FUJITSUKA Daisuke (Sr.), Technical Official, Plant Variety Protection Office, Intellectual Property Division, Food Industry Affairs Bureau, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (MAFF), Tokyo, Japan
(e-mail: daisuke_fujitsuka080@maff.go.jp)

GABDOLA Ademi (Sra.), Head of department, State Commission for variety testing of agricultural crops, Nur-Sultan, Kazakshstan (e-mail: for_work_15@mail.ru)

GABRIEL Mark Johon (Sr.), Makati City, Philippines

GALLEBO Kathleen (Sra.), Student, College of Agriculture, Cagayan State University, Piat, Philippines
(e-mail: kathleengallebo15@gmail.com)

GANDEZA Julieann (Sra.), Makati City, Philippines

GANGAN Rovelyn (Sra.), Student, Cagayan State University, Solana, Philippines

GARCÍA MEDRANO María Ayalivis (Sra.), Directora, Oficina para el Registro de Variedades y Obtenciones Vegetales (OREVADO), Santo Domingo, República Dominicana (e-mail: mgarcia@orevado.gob.do)

GARCÍA-MONCÓ Montserrat (Sra.), Head of Legal Service, Community Plant Variety Office (CPVO), Angers, France

GAUR Sonali (Sr.), Pilkhua, India

GEMIDO Demetrio (Sr.), Taguig, Philippines

GEORGULA Anna (Sra.), Nākaia, Greece

GIANOLI Nadia (Sra.), Communications Specialist, Freelance, Genève, Suisse (e-mail: nadiagianoli@gmail.com)

GIJS Gijs, Amsterdam, Netherlands

GRAEME Boocock (Sr.), Member, Biotechnology Committee, International Association for the Protection of Intellectual Property (AIPPI) Zürich, Switzerland (e-mail: gboocock@blg.com)

GROENEWOUD Kees Jan (Sr.), Secretary, Board for Plant Varieties (Raad voor plantenrassen), Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries, Roelofarendsveen, Netherlands (e-mail: c.j.a.groenewoud@raadvoorplantenrassen.nl)

GUIAWAN Aceel, Makati City, Philippines

GULATERA Aldrin, Bayabas, Philippines

GULZ-KUSCHER Birgit (Frau), Legal Advisor for Seed Law and Plant Variety Protection and Seed Law, Federal Ministry for Agriculture, Forestry, Regions and Water Management, Vienna, Austria (e-mail: birgit.gulz-kuscher@bmlrt.gv.at)

GUSAN Ala (Sra.), Chief expert, Patents Division, Inventions and Plant Varieties Department, State Agency on Intellectual Property of the Republic of Moldova, Republic of Moldova (AGEPI), Chisinau (e-mail: ala.gusan@agepi.gov.md)

GUZMAN Rosalinda (Sra.), Pantubig, Philippines

HAGIWARA Minori (Sra.), Director, Intellectual Property Division, Export and International Affairs Bureau, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (MAFF), Tokyo, Japan (e-mail: minori_hagiwara110@maff.go.jp)

HALL Tyler (Sr.), Senior Project Officer, Horticulture, Department of Primary Industries and Regional Development, Perth, Australia (e-mail: tyler.hall@dpird.wa.gov.au)

HAN Ruixi (Sr.), Deputy Director, Division of DUS Tests, Development Center of Science and Technology (DCST), Ministry of Agriculture and Rural Affairs (MARA), Beijing, China (e-mail: wudifeixue007@163.com)

HANNE Stephan (Sr.), Policy Officer, DG TRADE, Brussels, Belgium

HENRIQUEZ, INIA, Barquisimeto, Venezuela

HERRERA Angelin (Sra.), Student, College of Agriculture, Cagayan State University, Tuguegarao, Philippines

HIETARANTA Tarja Päivikki (Sra.), Senior Officer, Plant Variety Registration, Finnish Food Authority, Loimaa, Finland (e-mail: tarja.hietaranta@ruokavirasto.fi)

HIPOLITO Gemaica (Sra.), DAT 3A College of Agriculture, CSU PIAT, Piat, Philippines (e-mail: hipolitogemaica@gmail.com)

HOF Lysbeth (Sra.), DUS Expert, Naktuinbouw, Roelofarendsveen, Netherlands (e-mail: l.hof@naktuinbouw.nl)

HOLICHENKO Nataliia (Sra.), Head, Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, Kyiv, Ukraine (e-mail: nataliia.holichenko@gmail.com)

HOPPERUS BUMA Mia (Sra.), Advisor, Committee for Novelty Protection, International Association of Horticultural Producers (AIPH), Den Haag, Netherlands

HULSE Nik (Sr.), Director, Policy and International Affairs, Policy and Stakeholders Group, IP Australia, Woden, Australia (e-mail: nik.hulse@ipaustralia.gov.au)

IGNASI Batlle (Sr.), Fruit Production, IRTA, Tarragona, Spain

INDAMMOG Beverly (Sra.), Taguig, Philippines

INDUKURI Vijaya (Sra.), PVP & Varietal Registration Specialist, R&D, Nunhems Pvt.Ltd BASF, Bangalore, India (e-mail: vijaya.indukuri@vegetableseeds.basf.com)

- INOCENCIO Jay-ann (Sra.), Student, Bs Agriculture, CSU, Tuguegarao, Philippines
(e-mail: jayanneinocencio00@gmail.com)
- IRFANE Asmaa (Sra.), Casablanca, Morocco
- ISUFI Alban (Sr.), Head of Seed and Seedlings and Fertilizers, Ministry of Agriculture and Rural Development, Tirana, Albania (e-mail: alban.isufi@bujqesia.gov.al)
- JAWDAT Dana (Sra.), Syria
- JEKABSONE Ineta (Sra.), Deputy Head, Department of Agriculture, Riga, Latvia
- JORASCH Petra (Sra.), Manager Plant Breeding and Innovation Advocacy, Euroseeds, Brussels, Belgium
- JOSE Sheila Marie (Sra.), Makati City, Philippines
- KHAN NIAZI Hélène (Sra.), International Agriculture Manager, International Seed Federation (ISF), Nyon, Switzerland (e-mail: h.khanniazi@worldseed.org)
- KIM Tae Hoon (Sr.), Senior Forest Researcher, Examiner, National Forest Seed Variety Center (NFSV), Chungcheongbuk-do, Republic of Korea (e-mail: algae23@korea.kr)
- KINYA Agatha (Sra.), Nairobi, Kenya
- KLIMCHUK Natalia (Sra.), Registration manager, Seeds & Traits Regulatory CIS, CRO Syngenta Agro AG, Minsk, Belarus (e-mail: natalia.klimchuk@syngenta.com)
- KLINDT Kristine Bech (Sra.), Chief Consultant, Ministry of Environment and Food of Denmark, The Danish AgriFish Agency, Copenhagen, Denmark (e-mail: krba@naturerhverv.dk)
- KNOL Jan (Sr.), Plant Variety Protection Officer, Crop Science Division, BASF Vegetable Seeds, Nunhems Netherlands B.V., Nunhem, Netherlands (e-mail: jan.knol@vegetableseeds.basf.com)
- KNORPP Carina (Sra.), Senior Advisor, Unit for Forestry, environment and research, Ministry of Enterprise and Innovation, Stockholm, Sweden (e-mail: carina.knorpp@regeringskansliet.se)
- KROES Daniële (Sra.), Phytosanitary and plant reproductive material, Ministry of Agriculture, Nature and Foodquality, Den Haag, Netherlands (e-mail: a.n.kroes@minInv.nl)
- KRÓL Marcin (Sr.), Head of DUS Testing Department, Research Centre for Cultivar Testing (COBORU), Slupia Wielka, Poland (e-mail: m.Krol@coboru.gov.pl)
- LAGUA Jessa Mae (Sra.), DAT-3A College of Agriculture, Plant breeding, CSU, Piat, Philippines
- LAMBERTI Orsola (Sra.), Legal Advisor, Community Plant Variety Office (CPVO), Angers, France
(e-mail: lamberti@cpvo.europa.eu)
- LAMUSAO Mary Jane (Sra.), Taguig, Philippines
- LANG'AT Catherine (Sra.), Technical Manager, African Seed Trade Association (AFSTA), Nairobi, Kenya
- LANNA Jerimie (Sr.), Agriculturist I, High Value Crops Development Crops, Department of Agriculture, Tuguegarao City, Cagayan, Philippines
- LASSI Kati (Sra.), Senior Specialist, Food Department, Ministry of Agriculture and Forestry, Helsinki, Finland
(e-mail: kati.lassi@gov.fi)
- LATUPAN Arieliza (Sra.), Student, Agriculture, Tuao, Philippines
- LEIDEREITER Thomas (Sr.), Legal, Green Rights, Hamburg, Germany (e-mail: mail@green-rights.com)
- LEWIS Kaylee (Sra.), Plant Variety Examiner, Plant Variety Protection Office, USDA, AMS, S&T, Washington D.C., United States of America (e-mail: kaylee.lewis@usda.gov)

LIMBERGER Emerson (Sr.), Research Scientist, Corteva Agriscence, United States of America
(e-mail: emerson.limberger@corteva.com)

LLOVIDO Earl Jhon (Sr.), Makati City, Philippines

LONCAR Gordana (Sra.), Senior Adviser for Plant Variety protection, Plant Protection Directorate, Group for Plant Variety Protection and Biosafety, Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management, Belgrade, Serbia
(e-mail: gordana.loncar@minpolj.gov.rs)

LONGHINI Federico (M.), Élève ingénieur agronome, ISARA-Lyon (Institut supérieur d'agriculture Rhône-Alpes), Lyon, France (e-mail: fglonghini@mi.unc.edu.ar)

LÓPEZ LEE Tania (Sra.), Directora Ejecutiva, Oficina de Semillas, Oficina Nacional de Semillas (OFINASE), San José, Colombia (e-mail: tlopez@ofinase.go.cr)

LUIS Leena (Sra.), Seeds and Traits, regulatory, Syngenta, Lisboa, Portugal
(e-mail: leena.luis@syngenta.com)

LUPAN Aurelia (Sra.), Senior expert, Patents Department, State Agency on Intellectual Property, Chisinau, Republic of Moldova (e-mail: aurelia.lupan@agepi.gov.md)

MABBORANG Joshua (Sr.), Department of Agriculture, Cagayan State University Piat Campus, Tuao, Philippines
(e-mail: mabborangjoshua44@gmail.com)

MACALLING Jenirose (Sr.), Kataban, Philippines

MADDIE Hamar (Sr.), Norway

MAGALLANES Neil Baliuag Jerome Garcia (Sr.), Piddig, Philippines

MAGERO Elizabeth (Sra.), Senior Plant Inspector, Kenya Plant Health Inspectorate Service (KEPHIS), Kisumu, Kenya

MAISON Jean (Sr.), Deputy Head, Technical Unit, Community Plant Variety Office (CPVO), Angers, France
(e-mail: maison@cpvo.europa.eu)

MALATIER Catherine (Mme), Assistante INOV, Groupe d'étude et de contrôle des variétés et des semences (GEVES), Beaucauzé cedex, France (e-mail: catherine.malatier@geves.fr)

MALENAB Joderic John (Sr.), Makati City, Philippines

MALENAB Juan (Sr.), Taguig, Philippines

MALLILLIN Albertmallillin (Sr.), Paranaque City, Philippines

MANERA Erika P. (Sra.), Kataban, Philippines

MANNERKORPI Päivi (Sra.), Team Leader - Plant Reproductive Material, Unit G1 Plant Health, Directorate General for Health and Food Safety (DG SANTE), European Commission, Brussels, Belgium

MARCOS Therese (Sra.), Makati City, Philippines

MARIANO Delsa (Sr.), Makati City, Philippines

MARKKANEN Sami (Sr.), Senior Officer, Seed Unit, Finnish Food Authority, Loimaa, Finland
(e-mail: sami.markkanen@ruokavirasto.fi)

MARONDEDZE Claudius (Sr.), Technical Manager Plant Health and Seed Trade, Brussels, Belgium,
(e-mail: claudiusmarondedze@euroseeds.eu)

MARITIM Jocylene (Sra.), Plant Inspector, Kenya Plant Health Inspectorate (KEPHIS), Nairobi, Kenya
(e-mail: jmaritim@kephis.org)

MARTINEZ LERMA Rafael (Sr.), Responsable unidad, Unidad Tepic, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), México, México (e-mail: maral2003@hotmail.com)

- MARTÍNEZ LÓPEZ Ángela (Sra.), Legal Officer, Community Plant Variety Office (CPVO), Angers, France
- MARVIN Bumanglag, Makati City, Philippines
- MARZAN Fredelyn, Makati City, Philippines
- MEIENBERG François (Sr.), Coordinator, Association for Plant Breeding for the Benefit of Society (APBREBES), Zürich, Switzerland (e-mail: contact@apbrebes.org)
- MENESES Allan (Sr.), Leader, R&D, Rice Consulting SA, Cartago, Colombia (e-mail: allanmeneses@gmail.com)
- MERESSE Yvane (Mme.), Responsable INOV, Groupe d'Étude et de Contrôle des Variétés et des Semences (GEVES), Beaucauzé cedex, France (e-mail: yvane.meresse@geves.fr)
- MIGS Jeng, Makati City, Philippines
- MIGUEL Jenifer (Sra.), Makati City, Philippines
- MIKHA Selina (Sra.), University of Lampung, Jakarta, Indonesia
- MILLER Kylie (Sr.), Senior Plant Variety Rights Examiner, Plant Variety Rights Office, Intellectual Property Office of New Zealand, Intellectual Property Office of New Zealand, Plant Variety Rights, Ministry of Economic Development, Christchurch, New Zealand
- MIÑO MONCAYO Andrea (Sra.), Abogada, Obtenciones vegetales, Corralrosales, Quito, Ecuador (e-mail: andrea@corralrosales.com)
- MOLINA MACÍAS Enriqueta (Sra.), Especialista / Consultor, Santamarina + Steta, México (e-mail: emolina@s-s.mx)
- MRUTU Bakari Amiri (Sr.), Research Officer, Business Registrations and Licensing Agency (BRELA), Morogoro, United Republic of Tanzania (e-mail: boccak@gmail.com)
- MUCENIECE Ilze (Sra.), Executive Director, Latvian Seed Association, Talsu Novads, Latvia (e-mail: Isaseklas@inbox.lv)
- MUGO Grace Muthoni (Sra.), Assistant Director, Research, Extension and Liaison Unit, State Department for Crop Development and Agricultural Research, Ministry of Agriculture, Livestock and Fisheries, Nairobi, Kenya (e-mail: mugomgrace@gmail.com)
- NABULSI Asem, Al Juwayyidah, Jordan
- NETNOU-NKOANA Noluthando (Sra.), Director, Genetic Resources, Department of Agriculture, Rural development and Land Reform, Pretoria, South Africa (e-mail: NoluthandoN@Dalrrd.gov.za)
- NGUYEN VAN Kien (Sr.), Principal investigator, Vietnam National Plant Genebank, Plant Resources Center, Hanoi, Viet Nam (e-mail: kiennguynvan8@hotmail.com)
- NICOLAS Floyd (Sr.), DAT 3B College of Agriculture, CSU PIAT, Piat, Philippines (e-mail: floydnicolas0014@gmail.com)
- NOLASCO Ediemar (Sr.), Student, College of agriculture, Piat, Philippines (e-mail: ediemarnolasco@gmail.com)
- NOVARO, Rome, Italy
- OBONYO Mathew (Sr.), Plant Inspector, Kenya Plant Health Inspectorate (KEPHIS), Nakuru, Kenya (e-mail: mobonyo@kephis.org)
- OSEI Michael Kwabena (Sr.), Kumasi, Ghana
- PAAVILAINEN Kaarina (Sra.), Senior Officer, Finnish Food Authority, Loimaa, Finland (e-mail: kaarina.paavilainen@ruokavirasto.fi)
- PACION Angelyn (Sra.), DAT 3-B College of Agriculture, CSU PIAT, Piat, Philippines (e-mail: angelynpacion014@gmail.com)

- PADHY Jyoti Sankar, Kopar Khairane, India
- PALATTAO Rowena (Sra.), Bustos, Philippines
- PALLAGAO Taguig, Philippines
- PALMA ARAUJO Stefania (Sra.), Coordinator, Plant Variety Protection Office, National Plant Variety Protection Service, Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC), Brasília, Brasil (e-mail: stefania.araujo@agro.gov.br)
- PALOS Rickyjoy, Makati City, Philippines
- PAOLA Barba (Sra.), Investigador, La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Santiago de Chile, Chile (e-mail: paola.barba@inia.cl)
- PAPWORTH Hilary (Sra.), Senior Technical Manager, NIAB, Cambridge, United Kingdom
- PAU, Santiago, Chile
- PERGIS Joshua Pergis, Makati City, Philippines
- PERRIN Nicolas (Sr.), Directeur des affaires internationales, SEMAE (French Interprofessional Organisation for Seeds and Plants), Paris, France
- PINTUCAN Maricon, Taguig, Philippines
- POL Jona Mae (Sra.), Guyong, Philippines
- PONCE Sammy (Sr.), Vizal Santo Niño, Philippines
- PRASANNA P.A.Lakshmi Prasanna, Hyderabad, India
- PUUR Laima (Sra.), Counsellor, Organic Farming and Seed Department, Estonian Agricultural and Food Board, Viljandi, Estonia (e-mail: laima.puur@pta.agri.ee)
- QIN Juan (Sr.), Nanqiao, China
- QUAGLIA Gisela (Sra.), Research programme officer, DG Agriculture, Brussels, Belgium
- QUINTEROS MALPARTIDA Sara Karla (Sra.), Coordinadora de Conocimientos Colectivos y Variedades Vegetales, Dirección de Inversiones y Nuevas Tecnologías, Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI), Lima, Peru
- RAGGI Ambra (Sra.), World Farmers' Organization (WFO), Naples, Italy
- RAMANS-HARBOROUGH Sigurd (Sr.), Manager of UK Variety Listing and PBR, Plant Varieties and Seeds, Animal and Plant Health Agency (APHA), Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA), Cambridge, United Kingdom (e-mail: Sigurd.Ramans-Harborough@defra.gov.uk)
- RAMÍREZ Ma. Elena (Sra.), Investigadora, Investigación y Mejoramiento Genético, Semillas Biidxi, Texcoco, México (e-mail: era1311@gmail.com)
- RAMIREZ Rodesa, Makati City, Philippines
- RAVICHANDRAN Navi, Mumbai, India
- REGEER Bernadette (Sra.), DG Agro & Nature, Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries, Den Haag, Netherlands (e-mail: b.regeer@minInv.nl)
- RENERIA ARELLANO Heriberto (Sr.), Supervisor de Campo, Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semilla (SNICS), Tlaquepaque, México
- REQUEJO-JACKMAN Cecilia (Sra.), Senior Plant Variety Rights Examiner, Plant Variety Rights Office, Intellectual Property Office of New Zealand, Intellectual Property Office of New Zealand, Plant Variety Rights, Ministry of Economic Development, Wellington, New Zealand (e-mail: Cecilia.R-Jackman@pvr.govt.nz)

REYMUNDO Angelica (Sra.), Crop improvement (plant breeding), CSU-PIAT, Piat, Philippines
(e-mail: angelicareymundo517@gmail.com)

RIBARITS Alexandra (Sra.), Senior Expert, Austrian Agency for Health and Food Safety, Vienna, Austria
(e-mail: alexandra.ribarits@ages.at)

RIEDEL Bettina (Sra.), Knowledge Transfer Office, Alma Mater Studiorum - University of Bologna, Bologna, Italy
(e-mail: bettina.riedel@unibo.it)

RIVOIRE Ben (Sr.), Sustainability and Crop Value Chain Manager, International Seed Federation (ISF), Nyon, Switzerland (e-mail: b.rivoire@worldseed.org)

RODRIGUEZ RODRIGUEZ Leixys (Sra.), Investigador Agregado, Departamento de Recursos Fitogeneticos y Semillas, Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical Alejandro de Humboldt, La Habana, Cuba (e-mail: leixys83@gmail.com)

RODRIGUEZ Jericko, Makati City, Philippines

ROFEL Rofel (Sr.), Makati City, Philippines

ROJAS SALINAS Ana Lilia (Sra.), Jefatura de Departamento de Armonización Técnica, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (Agricultura), Ciudad de México, México (e-mail: ana.rojas@snics.gob.mx)

ROJO Carlo (Sr.), Student, BSA, Tuguegarao, Philippines (e-mail: carlorojo94@gmail.com)

ROSADO Sol, New York City, United States of America

ROSERO Alfonso Alberto (Sr.), Director Técnico de Semillas, Subgerencia de Protección Vegetal, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Bogotá, Colombia (e-mail: alberto.rosero@ica.gov.co)

ROY CHOUDHURY Dipal (Sr.), National Gene Bank, PPFVRA, Ministry of Agriculture, Govt of India, New Delhi, India (e-mail: dipalrc@gmail.com)

RØYNEBERG Terje (Sr.), Senior Officer, Food policy department, Ministry of Agriculture and Food, Oslo, Norway

SAAVEDRA PÉREZ Alejandro Ignacio (Sr.), Profesional Registro de Variedades, Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Santiago de Chile, Chile (e-mail: alejandro.saavedra@sag.gob.cl)

SACHS Kelly (Sra.), Plant Variety Registration and Protection Specialist, Traits & Regulatory, Syngenta Seeds B.V., Enkhuizen, Netherlands

SADER Comusocsader, Puente Sierra, Mexico

SALVADOR Girley (Sra.), Research Staff, Research Development and Extension, CSU-Piat Campus, Piat, Philippines (e-mail: girleybaltazar@gmail.com)

SANDERS Mara (Sra.), Plant Variety Examiner, Plant Variety Protection Office, United States Department of Agriculture, Washington D.C., United States of America

SAPUTRA Arya Frengky (Sr.), Industrial Development Senior Officer, Business Development, East West Seed Indonesia, Purwakarta, Indonesia (e-mail: newarya.saputra@gmail.com)

SAYOC Francine (Sra.), Communications Manager, International Seed Federation (ISF), Nyon, Switzerland (e-mail: f.sayoc@worldseed.org)

SCHOLTE Bert (Sr.), Head of Department Variety Testing, Naktuinbouw, Roelofarendsveen, Netherlands (e-mail: b.scholte@naktuinbouw.nl)

SCOTT Elizabeth M.R. (Sra.), Head of Varieties and Seeds, NIAB, Cambridge, United Kingdom (e-mail: elizabeth.scott@niab.com)

SEMON Sergio (Sr.), QAS Team Leader, Community Plant Variety Office (CPVO), Angers, France

SERENA Serena (Sra.), Milan, Italy

SERGAN Ryan (Sr.), Makati City, Philippines

SERRANO Dexter (Sr.), 4H CLUB, Tuguegarao, Philippines

SIBOZA Xolani (Sr.), Dr., Horticultural Science, Stellenbosch University, Paarl, South Africa
(e-mail: xisiboza@gmail.com)

SINGH Onkar (Sr.), Breeding Regulatory and Logistics Manager India, Bayer CropScience Ltd., Bengaluru, India
(e-mail: onkar.singh@bayer.com)

SLOKENBERGA Ilze (Sra.), Senior Expert, Department of Agriculture, Riga, Latvia (e-mail: ilze.slokenberga@zm.gov.lv)

SUKHAPINDA Kitisri (Sra.), Patent Attorney, Office of Policy and International Affairs (OPIA), United States Patent and Trademark Office (USPTO), Alexandria, United States of America (e-mail: kitisri.sukhapinda@uspto.gov)

SUMAUANG Allan (Sr.), Student, CSU-Piat Campus, Sto.Nino, Philippines (e-mail: asumauang112@gmail.com)

SUVA Lucas (Sr.), Senior Plant Examiner, Kenya Plant Health Inspectorate Service (KEPHIS), Nairobi, Kenya

TABAOG Mea Flor (Sra.), Plant breeding, College of Agriculture., Cagayan State University, Piat, Philippines

TACMO Raynalín, Taguig, Philippines

TAGUE Michaela, Mandaluyong City, Philippines

TAGUIAM Lorena (Sra.), Student, Solana, Philippines

TAGUINOD June, Makati City, Philippines

TALIBUDEEN Alex (Sr.), DUS Technical Manager, Agricultural Crops Characterisation, NIAB, Cambridge, United Kingdom (e-mail: alex.talibudeen@niab.com)

TELLO Diego (Sr.), Ingeniero Agrónomo, Unidad de Gestión de la Innovación, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Santiago de Chile, Chile (e-mail: diego.telloherrera@gmail.com)

TERRY, Ikeja, Nigeria

THEVENON Dominique (Sr.), Board Member, CIOPORA, France

THOBAKGALE Tebogo Moses (Sr.), Scientist Production, Crop Production, Limpopo Department of Agriculture and Rural Development, Modjadjiskloof, South Africa (e-mail: thobakgaletebogo18@gmail.com)

TOLENTINO Jaymar, Taguig, Philippines

TOMAS Nicole (Sra.), Piddig, Philippines

TORHEIM Svanhild-Isabelle Batta (Sra.), Senior Advisor, Department of Forest and Natural Resource Policy, Norwegian Ministry of Agriculture and Food, Oslo, Norway (e-mail: sto@lmd.dep.no)

TRAN Thi Thuy Hang (Sra.), Officer/Examiner, Plant Variety Protection Office of Viet Nam, Hanoi, Viet Nam (e-mail: tranhang.mard.vn@gmail.com)

TRAVAGLIO Selena (Sra.), CIOPORA, Frankfurt am, Germany

TSCHARLAND Eva (Sra.), Jurist, Fachbereich Recht und Verfahren, Office fédéral de l'agriculture (OFAG), Bern, Suisse (e-mail: eva.tscharland@blw.admin.ch)

TULALI Argie, Quezon City, Philippines

TULIAO Luzviminda (Sra.), Plant breeding, College of Agriculture., Cagayan State University, Piat, Philippines
(e-mail: tuliaoluzviminda012@gmail.com)

TUMANGUIL Jaylord (Sr.), 4H CLUB, Tuguegarao, Philippines

URQUÍA FERNÁNDEZ Nuria (Sra.), Jefe de Área de Registro de Variedades, Oficina Española de Variedades Vegetales (MPA y OEVV), Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), Madrid, España
(e-mail: nurquia@mapa.es)

UTITIAJ ANKUASH Ligia (Sra.), Tercer Secretaria, Temas sobre Propiedad Intelectual, Misión Permanente, Genève, Suisse (e-mail: ligianua.utitij@gmail.com)

VALENGHI Daniel (Sr.), Regional Program Manager, Global Programme Food Systems, Swiss Agency for Development and Cooperation, Office fédéral de l'agriculture (OFAG), Addis Ababa, Ethiopia (e-mail: daniel.valenghi@eda.admin.ch)

VALDEZ Jennifer (Sra.), Taguig, Philippines

VAN EMMENES Lynelle (Sra.), Seeds Regulatory Compliance Manager, Seeds Regulatory, Syngenta, Pretoria, South Africa

VAN HOGENDORP Inge (Sra.), Amsterdam, Netherlands

VAN WINDEN Chris (Sr.), Managing Director, International Licensing Platform Vegetable, Den Haag, Netherlands (e-mail: managing.director@ilp-vegetable.org)

VANDINE Edwina (Sra.), Chief of Plant Breeders' Rights, IP Australia, Woden, Australia (e-mail: edwina.vandine@ipaustralia.gov.au)

VÁSQUEZ NAVARRETE Víctor Manuel (Sr.), Director de área, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (Agricultura), Ciudad de México, México (e-mail: victor.vasquez@agricultura.gob.mx)

VASQUEZ POLANCO Bruno (Sr.), Ingeniero agronomo, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Duran, Ecuador (e-mail: brvasquezp@gmail.com)

VEGA FLORES Misael Humberto (Sr.), Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), Tequila Jalisco, México (e-mail: misael_vegaflores@yahoo.com.mx)

VELÁSQUEZ CEDEÑO Sofía (Sra.), Director de Carrera, Carrera de Ingeniería Agrícola, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Portoviejo, Ecuador (e-mail: svelasquez@espam.edu.ec)

VERA Maricel, Las Condes, Chile

VIERNES Charlene (Sra.), Student, Plant breeding plant propagation and nursery management, Cagayan State University, Piat, Philippines (e-mail: chinnyviernes@gmail.com)

VILLA Kristel (Sra.), Taguig, Philippines

VILLAMAYOR María Laura (Sra.), Coordinadora de Relaciones Institucionales e Interjurisdiccionales, Instituto Nacional de Semillas (INASE), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, Buenos Aires, Argentina (e-mail: mlvillamayor@inase.gob.ar)

VILLANUEVA Evanie (Sra.), College of agriculture, Csu-Piat Campus, Tuao, Philippines (e-mail: villanuevaevanie916@gmail.com)

VON GEHREN Philipp (Sr.), Institute for Seed and Propagating Material, Phytosanitary Service and Apiculture, Vienna, Austria (e-mail: philipp.von-gehren@ages.at)

WACHTLER Volker (Sr.), Political Administrator, General Secretariat, Council of the European Union, Brussels, Belgium (e-mail: volker.wachtler@consilium.europa.eu)

WALLACE Margaret (Sra.), Head of Agricultural Crop Characterisation, NIAB, Cambridge, United Kingdom (e-mail: margaret.wallace@niab.com)

XAVIER Nicole (Sra.), Piddig, Philippines

YADAV Rakesh Kumar, Indore, India

YANG Yang (Sra.), Senior Examiner, Division of Plant Variety Protection, Development Center of Science and Technology (DCST), Ministry of Agriculture and Rural Affairs (MARA), Beijing, China (e-mail: yangyang@agri.gov.cn)

ZAMBRANO MARCILLO Silvia Madelein (Sra.), Responsable del programa de palma africana, Investigación en palma aceitera, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), La concordia, Ecuador (e-mail: silvia.zambrano@iniap.gob.ec)

II. SPEAKERS / ORATEURS / SPRECHER / CONFERENCIANTES

ADJEBENG-DANQUAH Joseph (Sr.), Senior Research Scientist, Savanna Agricultural Research for Scientific and Industrial Research Institute (CSIR-SARI), Nyankpala, Ghana (e-mail: jadanquah.jad@gmail.com)

ADU-DAPAAH Hans (Sr.), Vice-President, CSIR-Crops Research Institute, Kumasi, Ghana (e-mail: hadapaah@yahoo.com)

ALSHEIKH Muath (Sr.), Head of Research and Development, Graminor AS, Ridabu, Norway (e-mail: muath.alsheikh@graminor.no)

ANSAH Solomon Gyan (Sr.), Director of Agriculture, Directorate of Crop Services, Accra, Ghana (e-mail: crowzee2000@yahoo.com)

BOEHM Robert (Sr.), Head of Biotechnology, Selecta One, Stuttgart, Germany (e-mail: r.boehm@selectaone.com)

BROWN Emma (Sra.), Business Development Manager, the New Zealand Institute for Plant & Food Research Limited, Havelock North, New Zealand (e-mail: emma.brown@plantandfood.co.nz)

BUBECK Dave (Sr.), Research Director, Corteva, Dallas, United States of America (e-mail: david.bubeck@corteva.com)

BUCHER Etienne (Sr.), Research Group leader «Crop Genome Dynamics», Agroscope, Zurich, Switzerland (e-mail: etienne.bucher@agroscope.admin.ch)

DERERA John (Sr.), Senior Director, Plant Breeding and Pre-Breeding, Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR), Ibadan, Nigeria (e-mail: J.Derera@cgiar.org)

EBIHARA Yasunori (Sr.), Director, Plant Variety Protection Office, Intellectual Property Division, Export and International Affairs Bureau, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (MAFF), Tokyo, Japan (e-mail: yasunori_ebihara760@maff.go.jp)

FERRAHI Moha (Sr.), Head, Genetic Resources Improvement and Conservation Department (DACRG), Scientific Division,, National Institute for Agricultural Research (INRA), Marrakech, Morocco (e-mail: moha.ferrahi@inra.ma)

GIULIODORI Arianna (Sra.), Secretary General, World Farmers' Organisation (WFO), Roma, Italy (e-mail: info@wfo-oma.org)

HANLEY Zac (Sr.), General Manager Science, New Zealand Institute for Plant & Food Research Limited, Havelock North, New Zealand (e-mail: zac.hanley@plantandfood.co.nz)

HENRIKSSON Tina (Sra.), Group Manager Breeding, Cereals & Pulses & Senior winter wheat breeder & Senior winter wheat breeder, Lantmännen Lantbruk, Svalöv, Sweden (e-mail: tina.henriksson@lantmannen.com)

KELLER Michael (Sr.), Secretary General, International Seed Federation (ISF), Nyon, Switzerland (e-mail: m.keller@worldseed.org)

KRIEGER Edgar (Sr.), Secretary General, International Community of Breeders of Asexually Reproduced Horticultural Plants (CIOPORA), Hamburg, Germany (e-mail: edgar.krieger@ciopora.org)

LILLEMO Morten (Sr.), Professor, Norwegian University of Life Sciences Faculty of Biosciences, Oslo, Norway (e-mail: morten.lillemo@nmbu.no)

MAINA Simon Mucheru (Sr.), Head, Seed Certification and Plant Variety Protection, Kenya Plant Health Inspectorate Service (KEPHIS), Nairobi, Kenya (e-mail: smaina@kephis.org)

MATTINA Francesco (Sr.), President, Community Plant Variety Office (CPVO), Angers, France (e-mail: mattina@cpvo.europa.eu)

NABLOUSSI Abdelghani (Sr.), Researcher, Meknès Regional Agricultural Research Centre (CRRA), National Institute for Agricultural Research (INRA), Meknes, Morocco (e-mail: abdelghani.nabloussi@inra.ma)

NEPOMUCENO Alexandre Lima, Researcher, Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA), Brazil (e-mail: alexandre.nepomuceno@embrapa.br)

ORTEGA KLOSE Fernando (Sr.), Forage Plant Breeder, Chilean Agricultural Research Institute (INIA), Carillanca regional center, Carillanca, Chile
(e-mail: forttega@inia.cl)

ORTÍZ GARCÍA Sol (Sra.), Directora General de Políticas, Prospección y Cambio Climático, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Ciudad de México, Mexico (e-mail: sol.ortiz@agricultura)

PARKER Anthony (Sr.), Commissioner, Plant Breeders' Rights Office, Canadian Food Inspection Agency (CFIA), Ottawa, Canada (e-mail: anthony.parker@inspection.gc.ca)

PRAH George (Sr.), Deputy Director, Directorate of Crop Services Ministry of Food and Agriculture, Queensland Alliance for Agriculture and Food Innovation, Accra, Ghana (e-mail: gpdirector@yahoo.com)

RANNER Herwig (Sr.), Team Leader - Climate Change and agriculture, Unit for Sustainable Agriculture, Directorate General for Agriculture and Rural Development (DG Agriculture), European Commission, Bruxelles, Belgique (e-mail: Herwig.RANNER@ec.europa.eu)

RÉ José (Sr.), Vice President, Global New Products Development - Rice Tech USA, United States of America (e-mail: jre@ricetec.com)

REBETZKE Greg (Sr.), Research Genetist, Canberra, Australia (e-mail: greg.rebetzke@csiro.au)

SCHENKEVELD Astrid M. (Sra.), Specialist, Plant Breeder's Rights & Variety Registration | Legal, Rijk Zwaan Zaadteelt en Zaadhandel B.V., De Lier, Netherlands (e-mail: a.schenkeveld@rijkszwaan.nl)

SHRESTHA Pitambar (Sr.), Programme Advisor, Local Initiatives for Biodiversity, Research and Development, (LIBIRD), Pokhara, Nepal (e-mail: pitambar@libird.org)

VAN DER HEIJDEN Stefan (Sr.), Associate, Innova Connect, Wageningen, Netherlands (e-mail: svdh1@wxs.nl)

WAJSMAN Nathan (Sr.), Chief Economist, European Observatory on Infringements of IP Rights, EUIPO - European Union Intellectual Property Office, Alicante, Spain (e-mail: nathan.wajsmann@euipo.europa.eu)

ZAHER Hayat (Mme), Chercheur, Vice President, Marrakech Regional Agricultural Research Centre (CRRRA), National Institute for Agricultural Research (INRA), Marrakech, Morocco (e-mail: hayat.zaher@inra.ma)

ZHANG Yu (Sr.), Research associate, Shanghai Academy of Agricultural Sciences, Shanghai, China (e-mail: xinongxiaoyu@163.com)

III. MODERATORS / MODÉRATEURS / MODERADORES

BUTTON Peter (Sr.), Vice Secretary-General, UPOV

VALSTAR Marien (Sr.), President of the Council, UPOV

CUI Yehan (Sr.), Vice-President of the Council, UPOV

NGWEDIAGI Patrick (Sr.), Chair of the Administrative and Legal Committee, UPOV

TORO UGALDE Manuel (Sr.), Vice-Chair of the Administrative and Legal Committee, UPOV

SUKHAPINDA Kitisri (Sra.), Patent Attorney, Office of Policy and Affairs (OPIA), United States Patent and Trademark Office (USPTO), United States of America

IV. OFFICE OF UPOV / BUREAU DE L'UPOV / BÜRO DER UPOV / OFICINA DE LA UPOV

Daren TANG (Sr.), Secretary-General

Peter BUTTON (Sr.), Vice Secretary-General

Yolanda HUERTA (Sra.), Legal Counsel and Director of Training and Assistance

Leontino TAVEIRA (Sr.), Head of Technical Affairs and Regional Development (Latin America, Caribbean)

Hend MADHOUR (Sra.), IT Officer

Manabu SUZUKI (Sr.), Technical/Regional Officer (Asia)

Caroline ROVERE (Sra.), Communications & Events Officer

UPOV

**Unión Internacional para la Protección de las
Obtenciones Vegetales**

34, chemin des Colombettes
CH-1211 Ginebra 20
SUIZA

Tel.: (+41) 22 338 91 11
e-mail: upov.mail@upov.int
Website: <http://www.upov.int>

PUB 364 S

ISBN: 978-92-805-3436-8