



Proyectos de Investigación y Desarrollo a nivel nacional y cooperación pública-privada

Dra. Victoria Bonnacarrère
Coordinadora Área de Mejoramiento Genético y Biotecnología Vegetal
INIA - Uruguay

Contexto: Inversión I+D en agrícola (fitomejoramiento)

- Las inversiones públicas y privadas en I+D agrícola han sido los principales impulsores del crecimiento de la productividad agrícola a largo plazo en los países de altos ingresos.

Public spending on agricultural R&D by high-income countries grew significantly during the latter half of the 20th century, but this trend has recently reversed

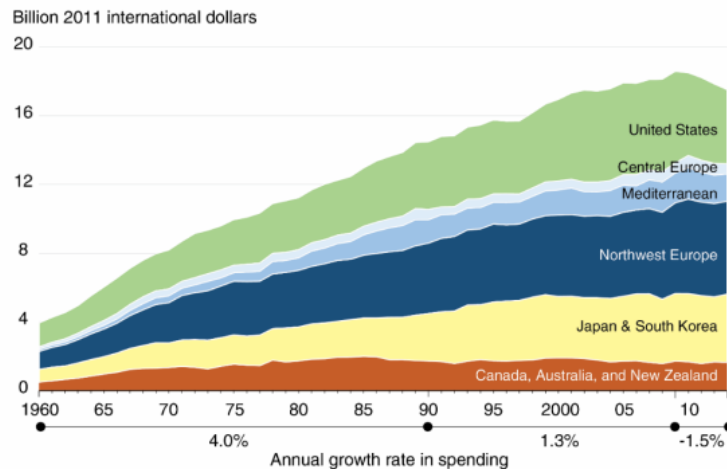


Figura 2. Evolución de la inversión pública en I+D agrícola en países de altos ingresos durante los últimos 50 años.

- Los sistemas públicos de investigación y desarrollo (I+D) se han enfrentado a un apoyo financiero estancado o decreciente.
- Los costos de investigación han aumentado.
- Aumento de la inversión del sector privado en el mejoramiento genético agrícola.

- Estas fuentes de I+D son sustitutos imperfectos del papel que históricamente han desempeñado las instituciones públicas de I+D agrícola.
- Las funciones públicas y privadas en la I+D agrícola son complementarias.

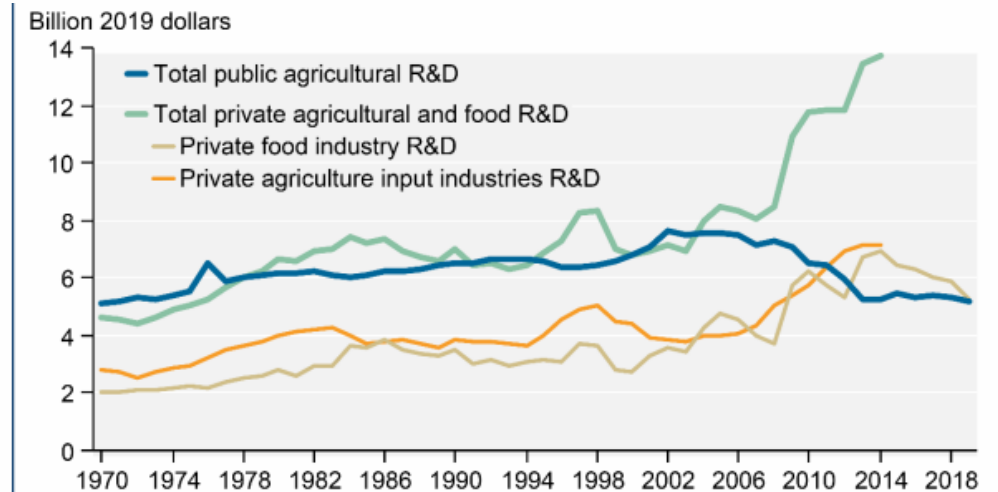


Figura 1. Evolución de la inversión en I+D en los EE.UU. para el sector agrícola y de alimentos realizada por el sector público y privado entre 1970 y 2019

I+D en el sector público - fitomejoramiento

- Fomenta un mayor **intercambio de información**.
- Con frecuencia tienen objetivos a **más largo plazo** (problemas de seguridad alimentaria) y en cultivos de altos rendimientos sociales de la inversión.
- Un papel clave en la **educación** de la próxima generación de fitomejoradores y científicos en el área vegetal, tanto para programas públicos como privados.
- Las universidades y los institutos públicos de investigación de los países de altos ingresos llevan a cabo gran parte de la **investigación pionera** que hace posible importantes avances en la productividad.
- Se identifican **políticas institucionales ineficaces** que, junto con derechos de propiedad intelectual y acuerdos de licencia demasiado restrictivos, restringen la libertad de los mejoradores para operar y crean confusión e ineficiencias. **Estas inconsistencias finalmente retrasan el progreso y la producción en el desarrollo de cultivares públicos.**
- El sector público de fitomejoramiento también se ha visto afectado por políticas inconsistentes de algunos aspectos particulares, como por ejemplo el **intercambio de germoplasma.**

Asociaciones público-privadas (PPP)

- El término PPP se utiliza para diferentes formas de cooperación entre los sectores público y privado en el fitomejoramiento: proyectos, programas, plataformas y grupos de colaboración.
- El fitomejoramiento público: necesidad de establecer algún tipo de PPP para asegurar la distribución de variedades creadas públicamente.
- **Algunas de las tecnologías clave no son asequibles para muchas empresas e institutos públicos y privados (especialmente los más pequeños), por lo que se necesitan PPP para aumentar las posibilidades de dicha accesibilidad**
- Las expectativas de los socios públicos y privados en estos proyectos son muy diferentes.
- Una deficiencia detectada en los proyectos bajo PPP es la duración de estos ya que generalmente duran de 3 a 5 años, mientras el desarrollo de nuevas variedades puede requerir entre 15 a 20 años

Mejoramiento genético en INIA



PMG Citrus



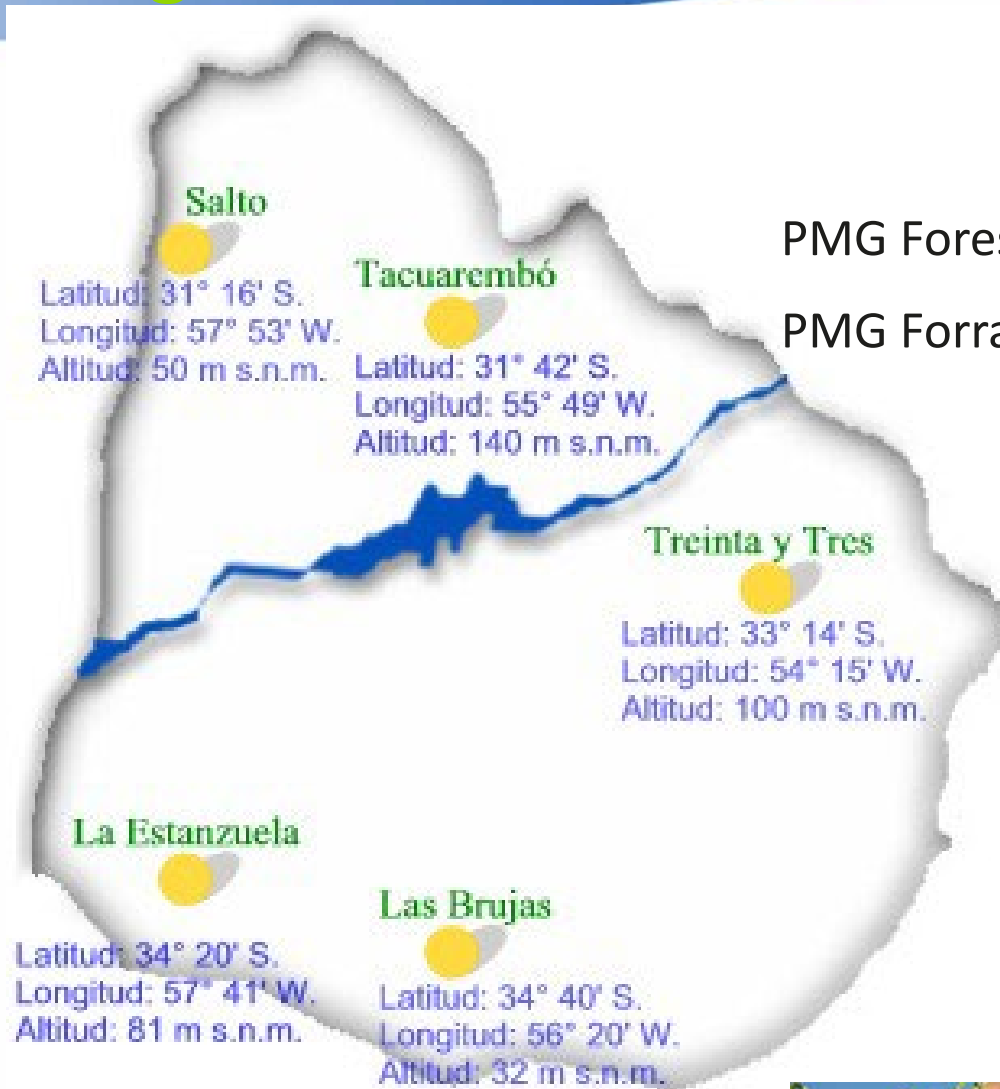
PMG Hortícola



PMG Trigo

PMG Cebada

PMG Soja



PMG Fruticultura

PMG Forestal

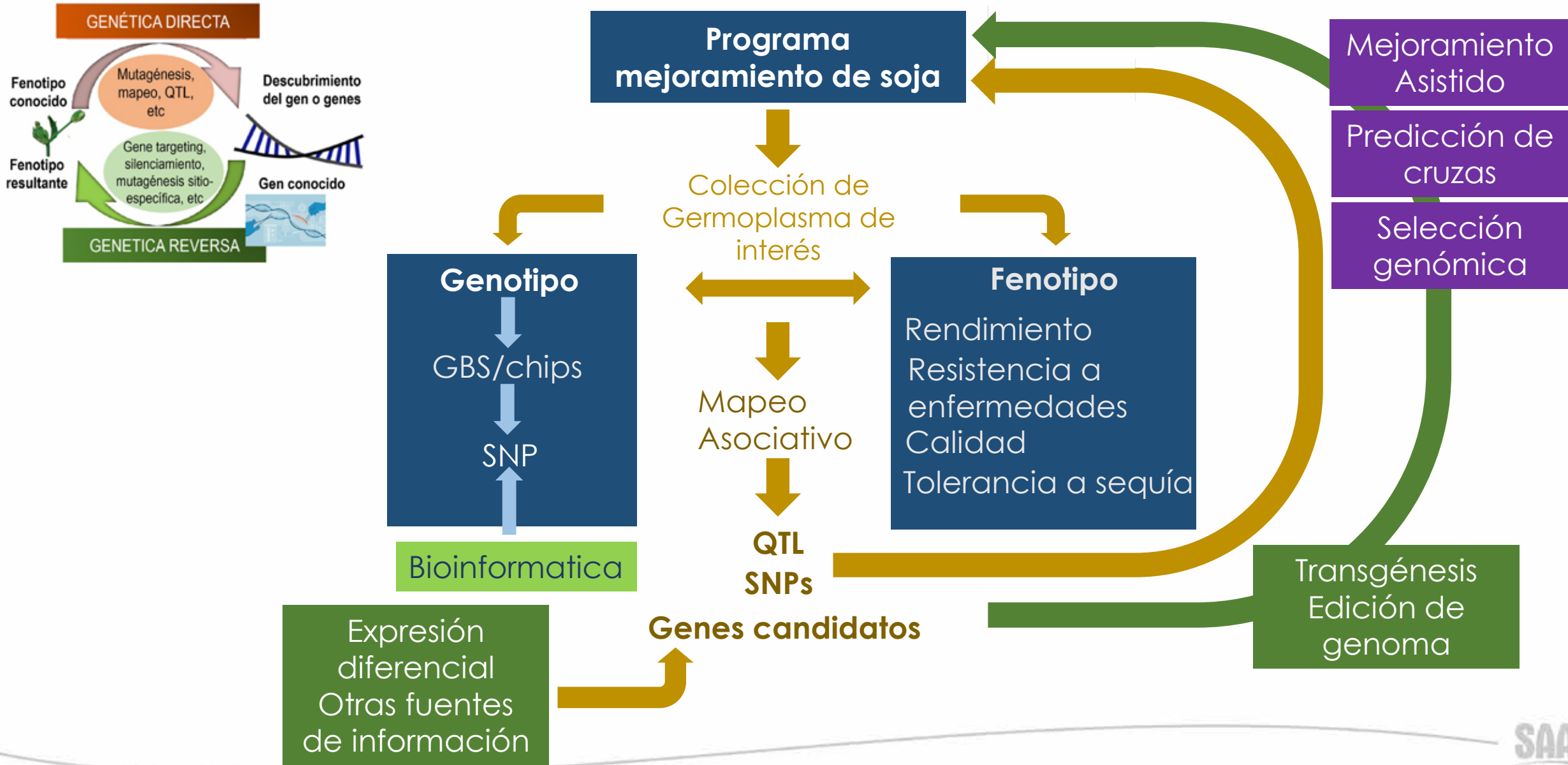


PMG Forrajeras



PMG Arroz







PROYECTO REDES PARA LA INNOVACIÓN
RTS_1_2014_1



Asociaciones público-privadas

RED NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA



Objetivo

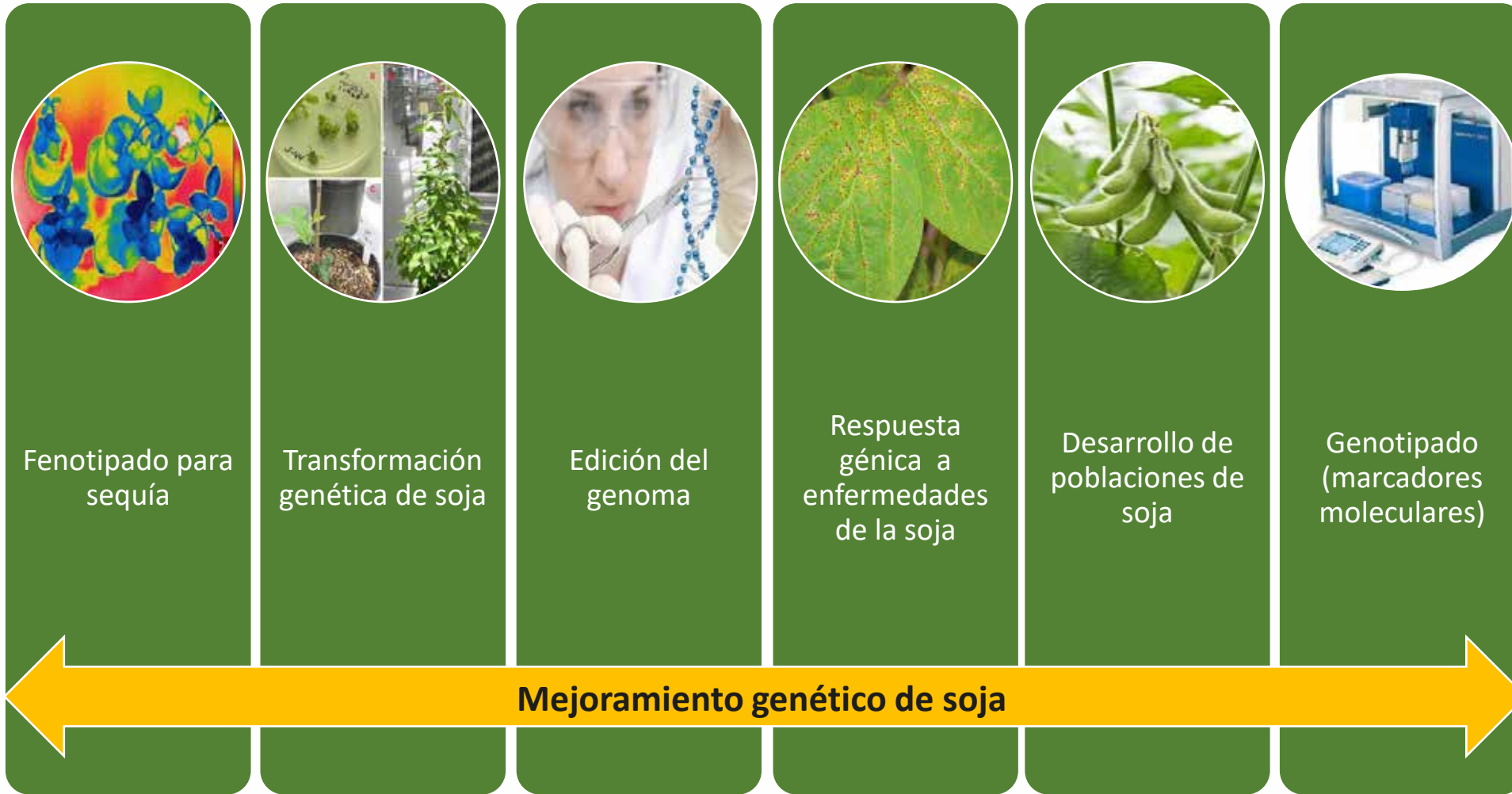
Contribuir al incremento de la productividad y adaptabilidad del cultivo de soja, mediante la implementación de herramientas modernas de mejoramiento genético enfocadas a la mejora de la tolerancia a estrés abiótico y biótico.

¿Por qué un desarrollo local?

- Ventaja de seleccionar por comportamiento frente al tipo de sequía y/o enfermedades que se dan en las condiciones de producción de Uruguay, con una visión regional.
- Posibilidad de desarrollar productos apropiables (genes de tolerancia, metodología de fenotipado para tolerancia a sequía).
- **Construir un marco interinstitucional que permita generar conocimiento de punta y atraer y mantener recursos humanos altamente calificados.**

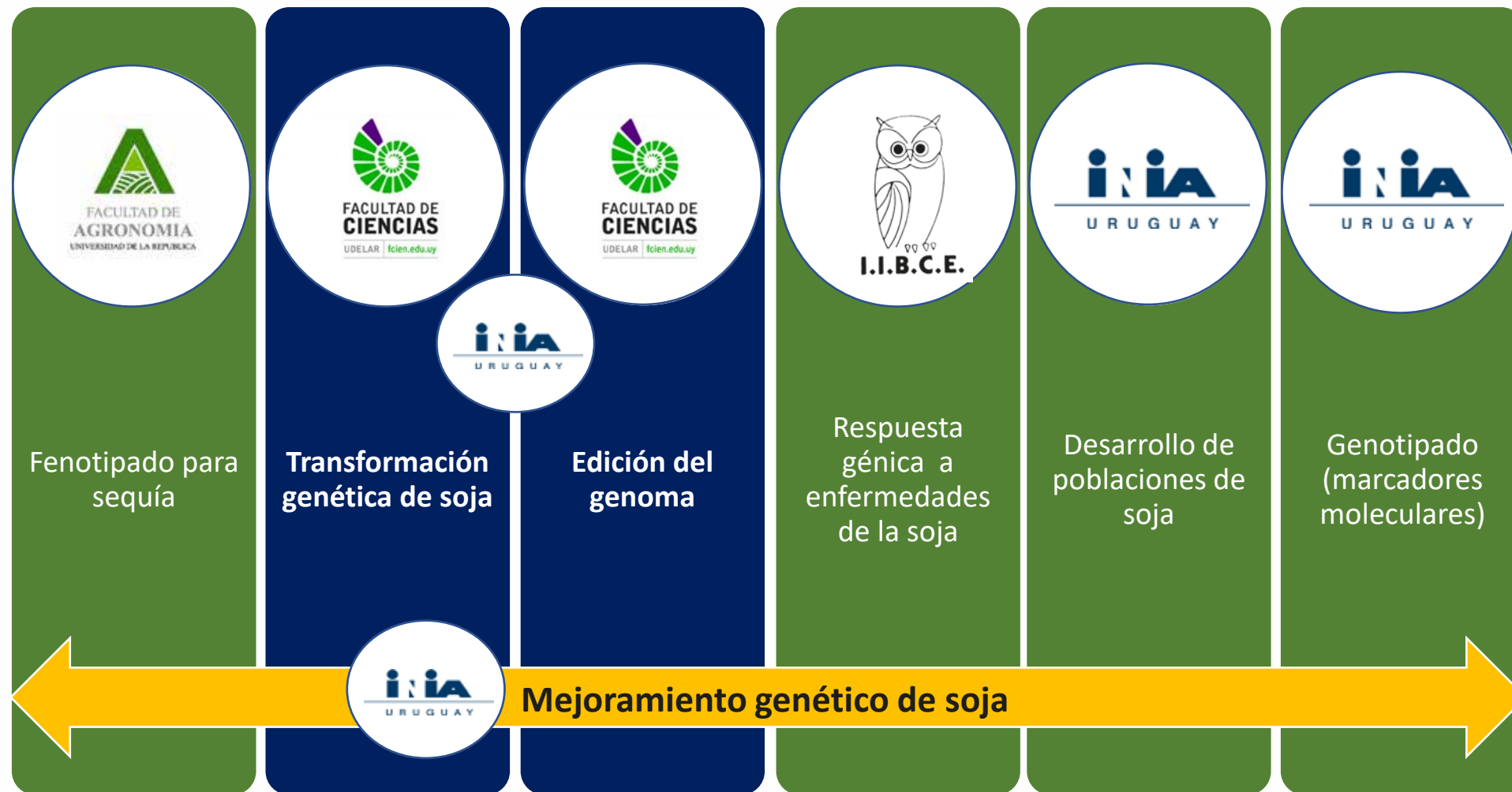


Las plataformas



Las plataformas

Presentación de resultados



Red Nacional de Biotecnología Agrícola

- Inversión en equipamientos (capacidad de transformación y crecimiento de soja bajo condiciones de bioseguridad)
- Formación y captación de RRHH jóvenes.



Líneas de investigación desarrolladas – Edición génica (CRISPR/Cas9)

PRODUCIR SOJA NO TRANSGÉNICA PARA CONSUMO HUMANO O ANIMAL, EDITADA PARA CARACTERES DE CALIDAD.

- **Caracteres de calidad de grano: perfil aminoacídico de proteínas, perfil de carbohidratos y eliminación de factores antinutricionales (aglutinina).**

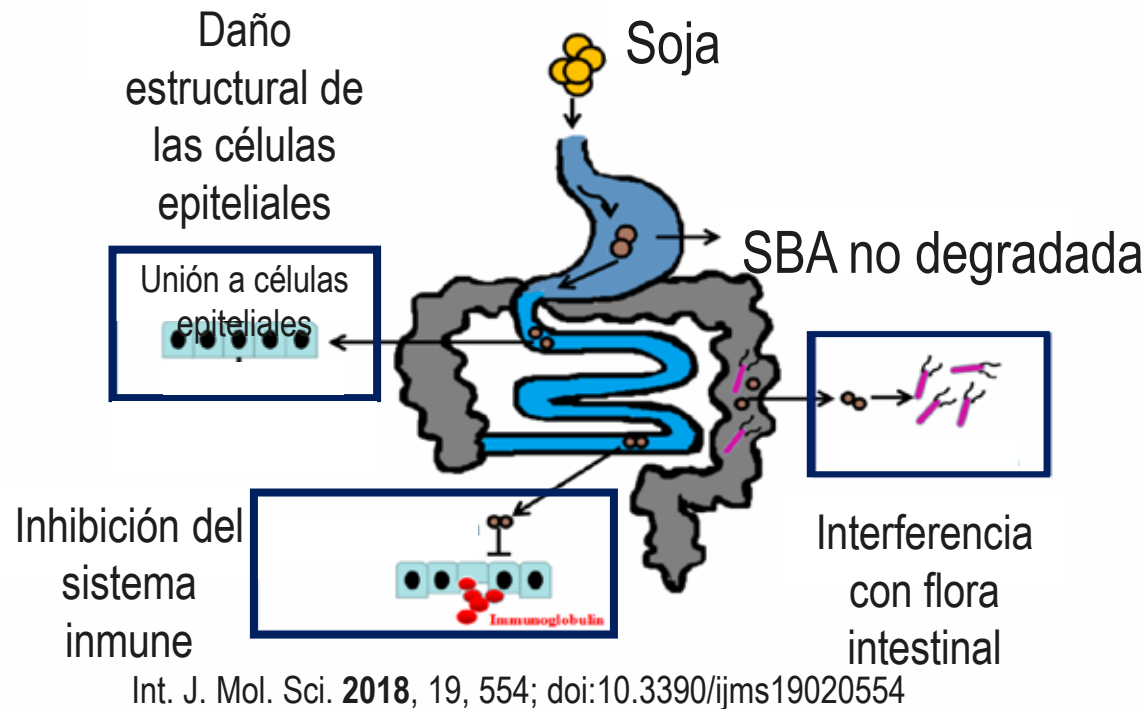
PRODUCIR SOJA NO TRANSGÉNICA CON MAYOR TOLERANCIA AL DÉFICIT HÍDRICO

- **Respuestas a déficit hídrico: interfiriendo con la senescencia inducida por el estrés.**

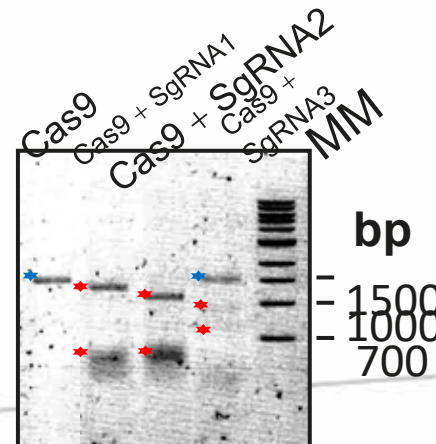


Dra. Sabina Vidal
Facultad de Ciencias
UdelaR

Eliminación de factores antinutricionales aglutinina: knock-out del gen SBA (soybean agglutinin)



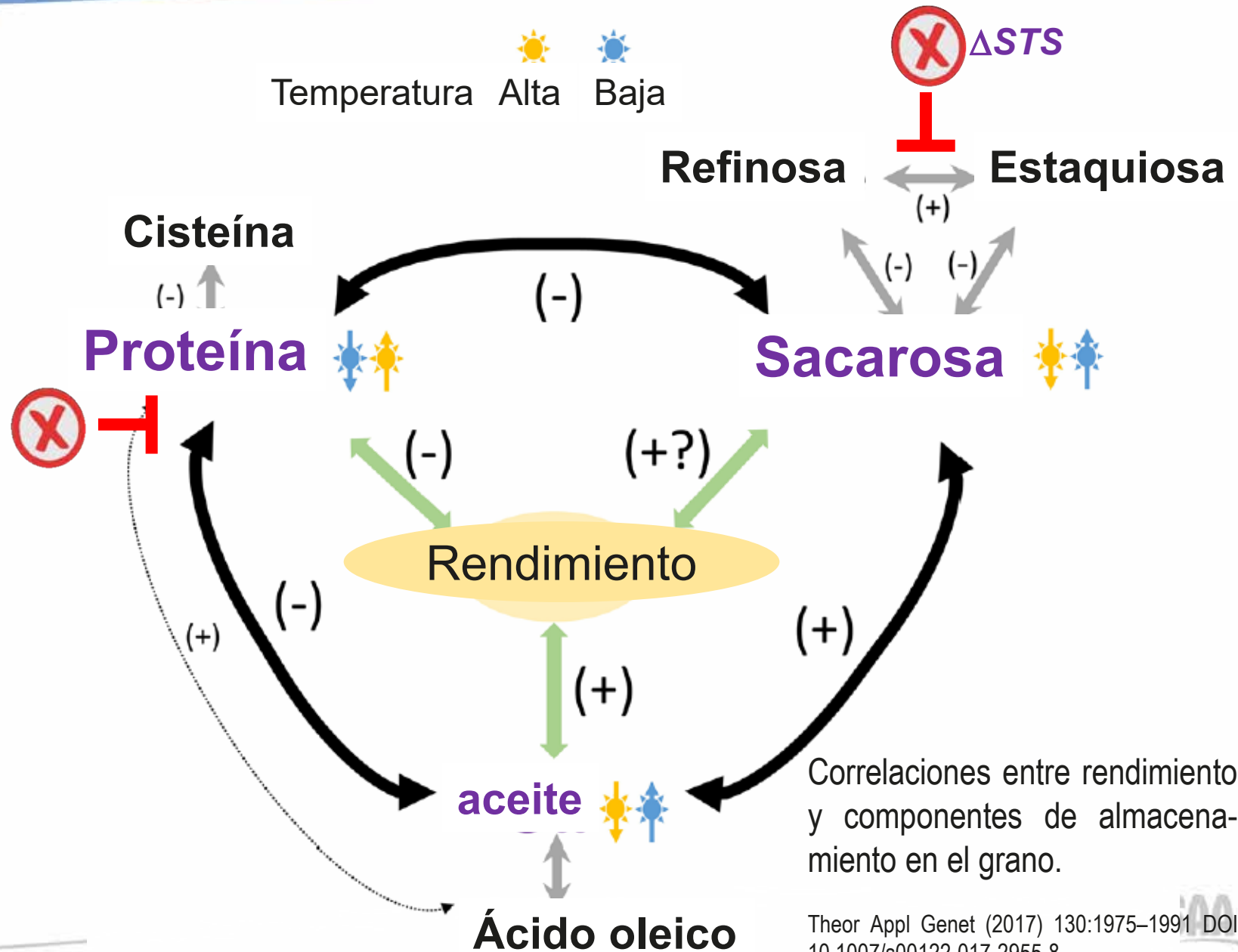
- Lectina, de unión a oligosacáridos
- Resistente a la degradación.
- SBA se une a las células epiteliales del intestino de animales monogástricos causando inflamación y otros efectos.
- Principal factor antinutricional de soja.



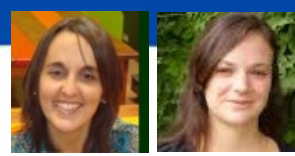
Resultados: 4 líneas T1, 20 líneas T0 (diferenciación), genotipado por análisis de fragmentos mediante electroforesis capilar

Modificar perfiles de proteínas y carbohidratos

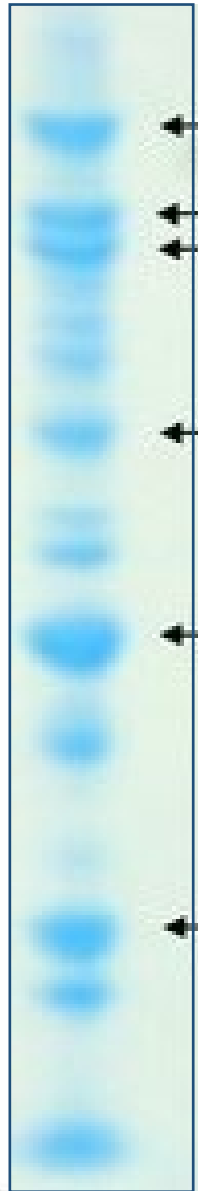
- Mejorar la composición de carbohidratos en grano (aumentar sacarosa, disminuir rafinosa y estaquiosa).
- Aumentar la proporción de proteínas con mayor contenido de amino ácidos azufrados (metionina y cisteína)



Modificación del perfil de proteínas:



eliminación de subunidad α , α' y β de β -conglucininas



Lox

α'

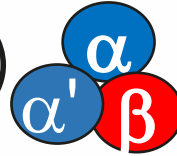
α

β

ac

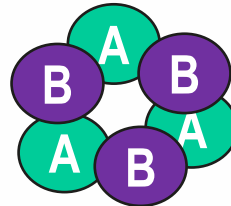
ba

7S (β -conglucininas)



El 70% de las proteínas del grano son glicininas y conglucininas.

11S (glicininas)



gRNA-2

gRNA-20

gRNA-5

α

α'

gRNA-43

gRNA-4

gRNA-28

β

% aa azufrados (M y C)

1,32 %

1,32 %

1,45 %

% aa azufrados (M y C)

1,34 %

0,68 %

0,68 %



Biolística

Edición génica para incrementar tolerancia a déficit hídrico

Marchitamiento lento (*slow wilting*):
caracter poligénico controlado por varios QTLs.

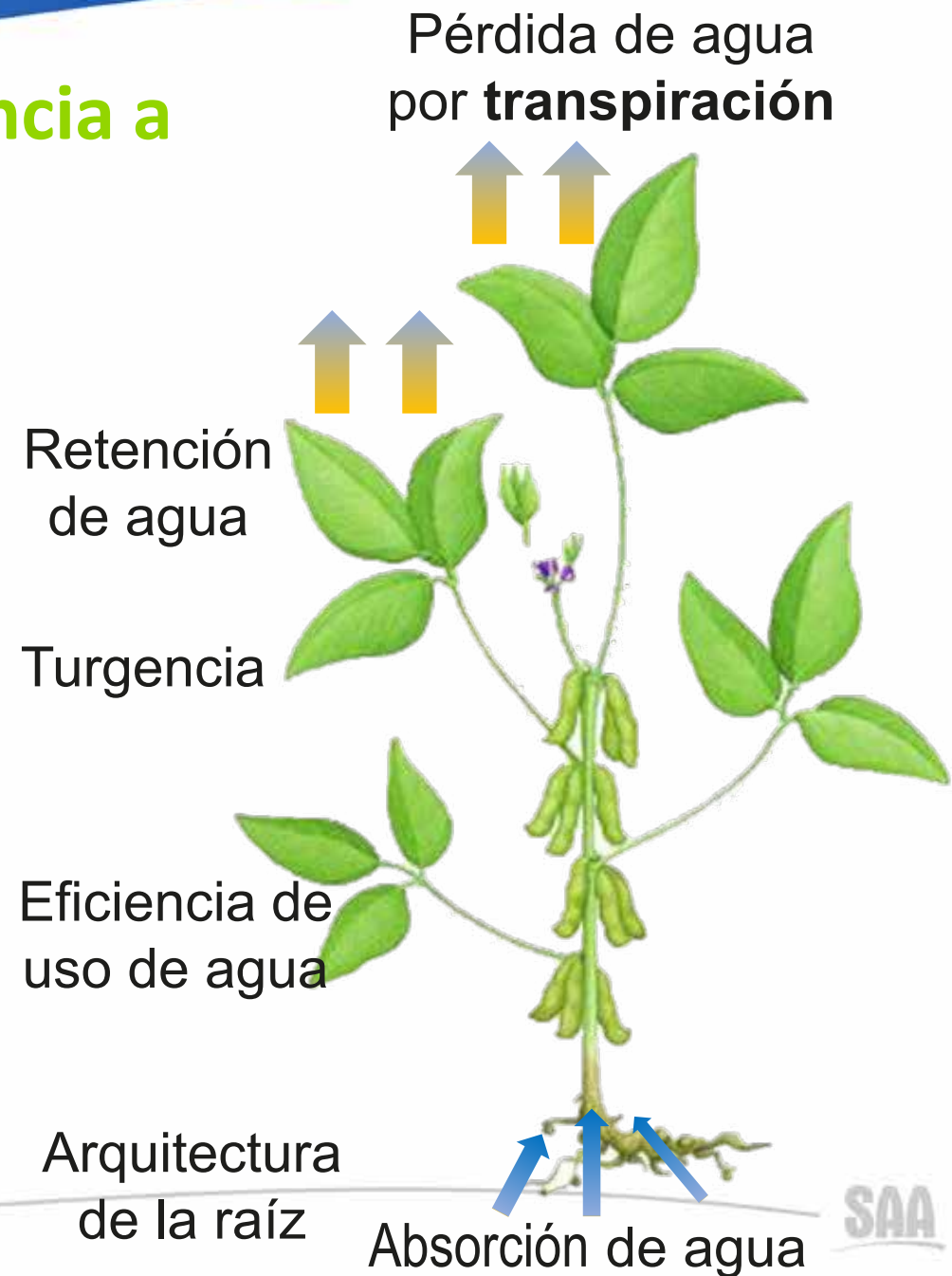
Fast wilting



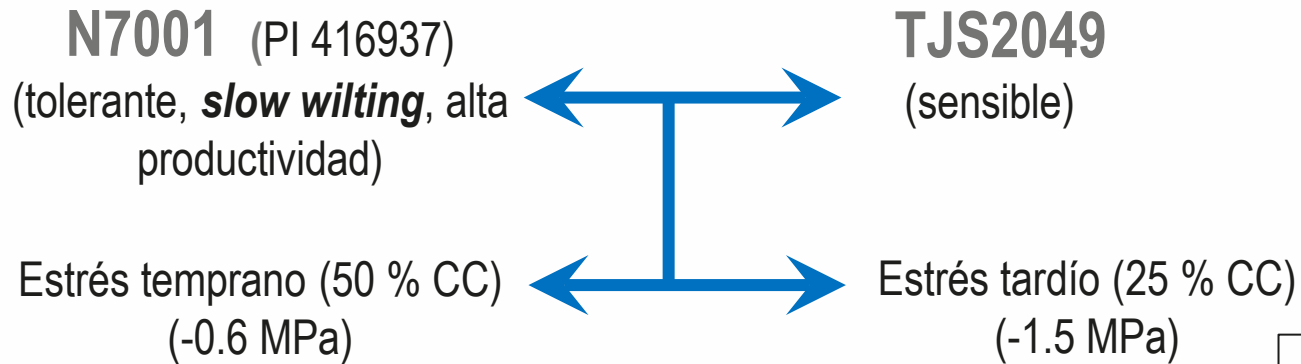
Slow wilting



Valliyodan et al 2017 doi:10.1093/jxb/erw433

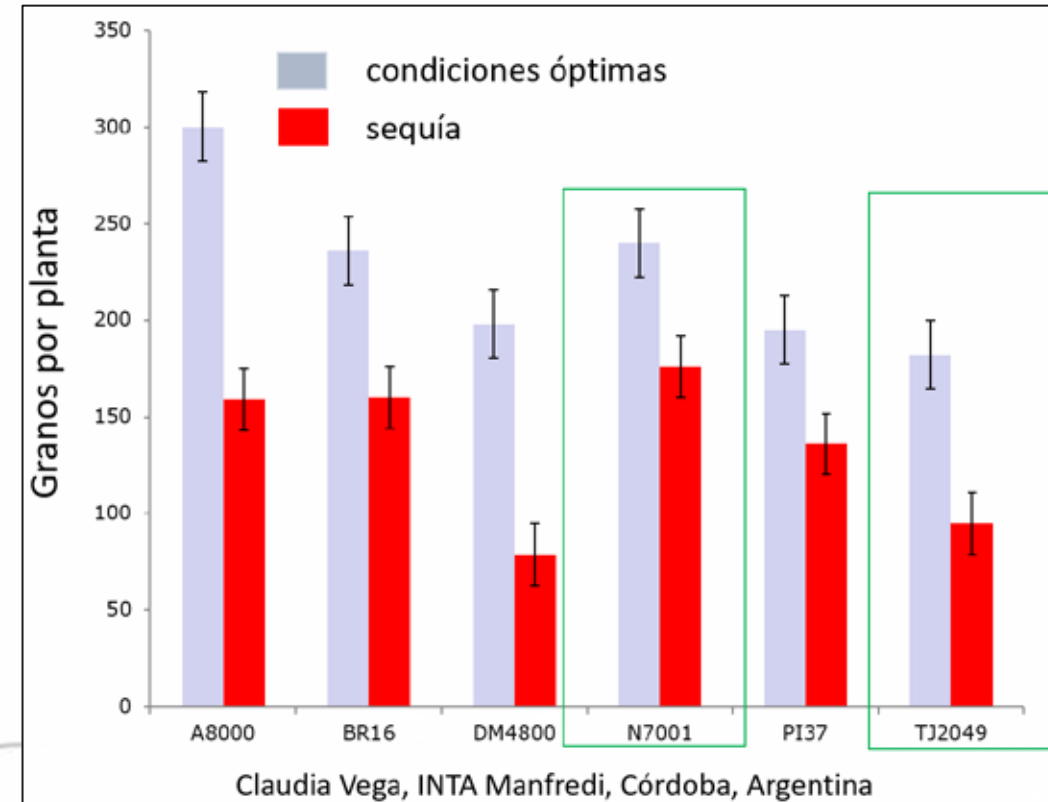


Identificación de genes candidatos como blancos para mutagénesis mediada por CRISPR



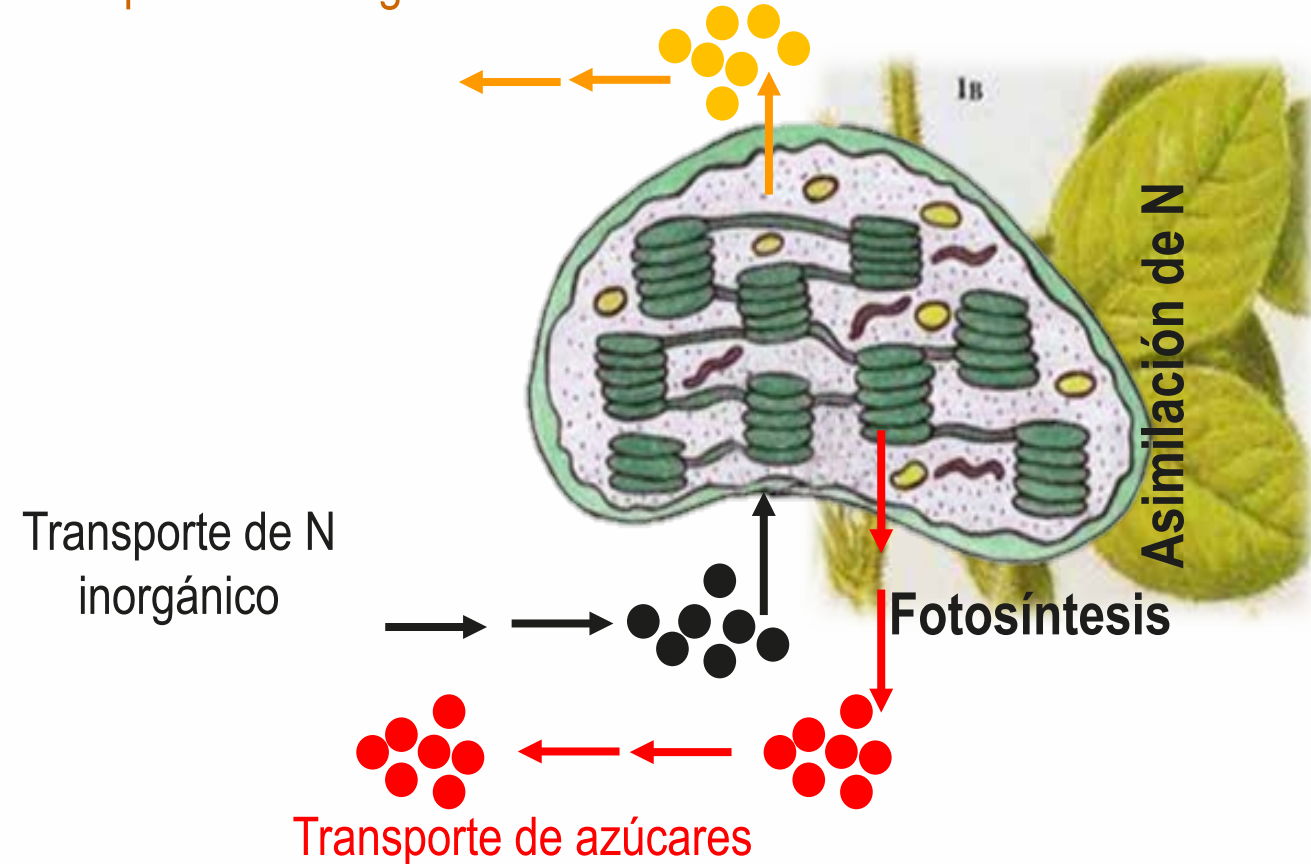
Identificación de genes con función relevante en respuestas a deshidratación

- + Estrategia de ganancia de función: sobreexpresión
- Estrategia de pérdida de función: edición génica



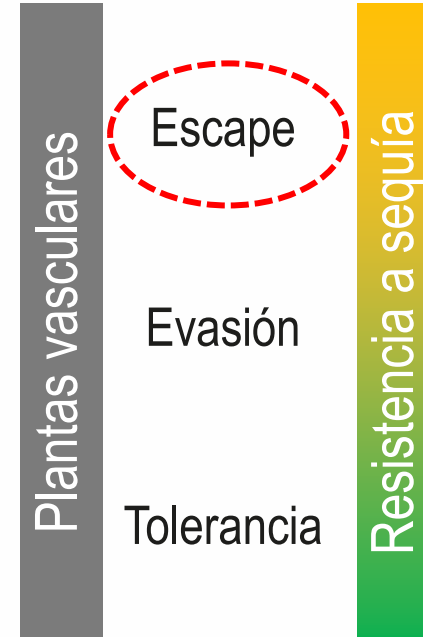
El déficit hídrico induce senescencia anticipada como mecanismo de escape al estrés

Transporte de N orgánico



Transporte de N inorgánico

Transporte de azúcares



RESEARCH PAPER

Delaying chloroplast turnover increases water-deficit stress tolerance through the enhancement of nitrogen assimilation in rice

Nir Sade^{1,*}, Kamolchanok Umnajkitikorn^{1,*}, Maria del Mar Rubio Wilhelmi¹, Matthew Wright¹, Songhu Wang² and Eduardo Blumwald^{1,†}

Silencing of *OsCV* (*chloroplast vesiculation*) maintained photorespiration and N assimilation in rice plants grown under elevated CO₂

Kamolchanok Umnajkitikorn, Nir Sade, Maria del Mar Rubio Wilhelmi, Matthew E. Gilbert, Eduardo Blumwald ✉

First published: 17 January 2020

<https://doi.org/10.1111/pce.13723>



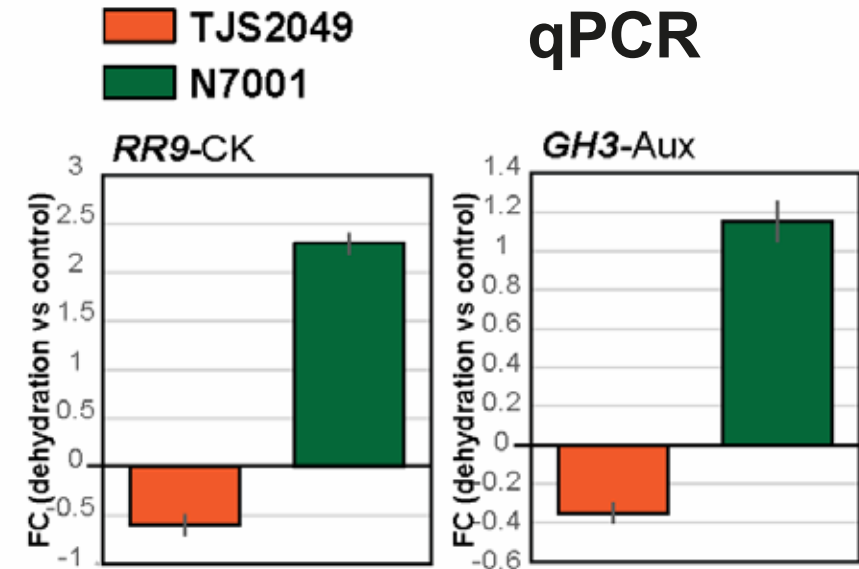
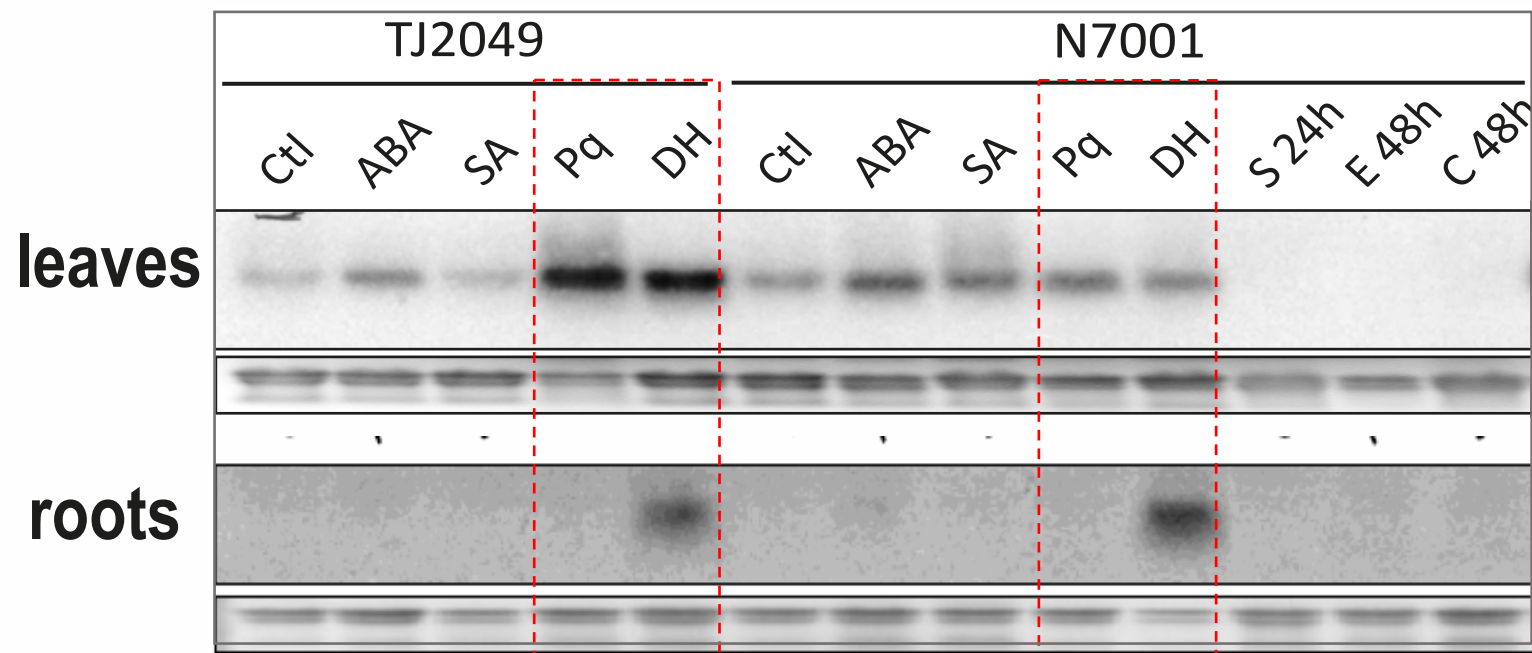
Luciana Fleitas

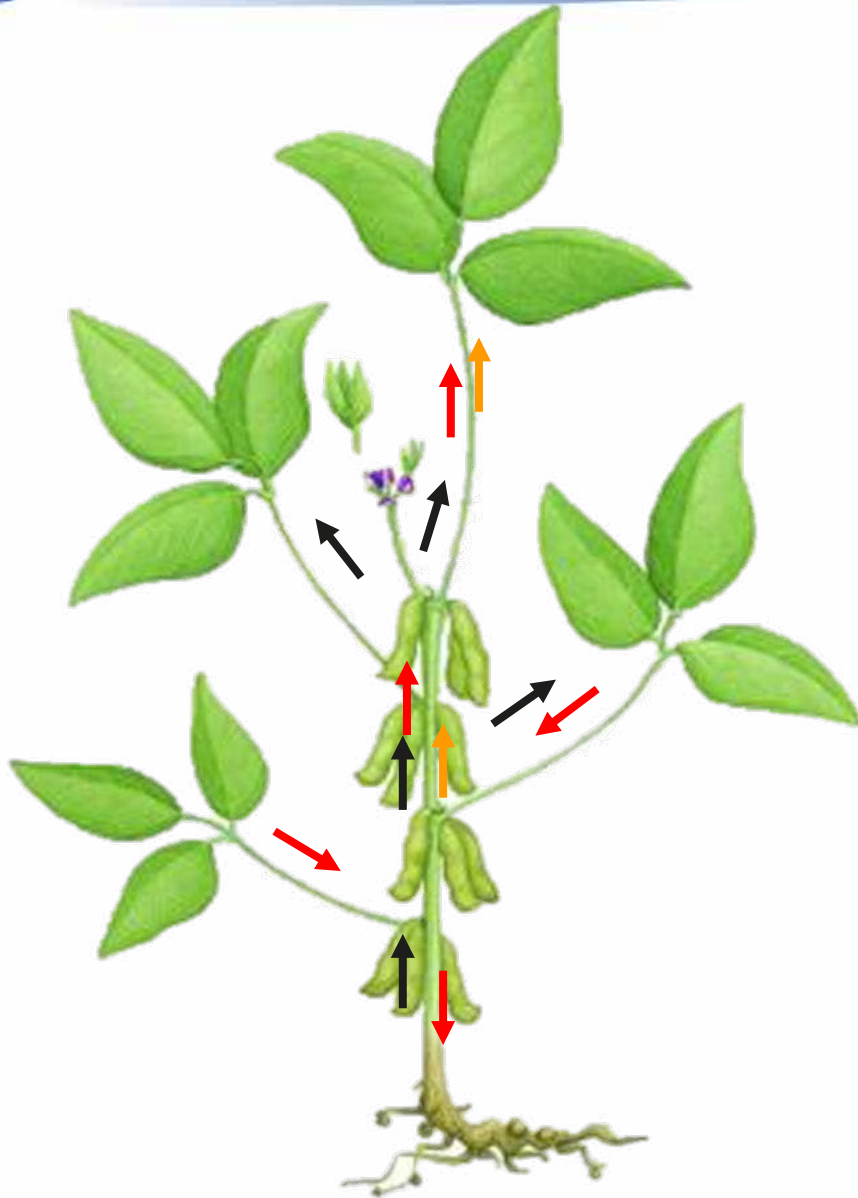
Identificación de genes candidatos como blancos para mutagénesis mediada por CRISPR

GmCV: *Glycine max* Chloroplast Vesiculation.

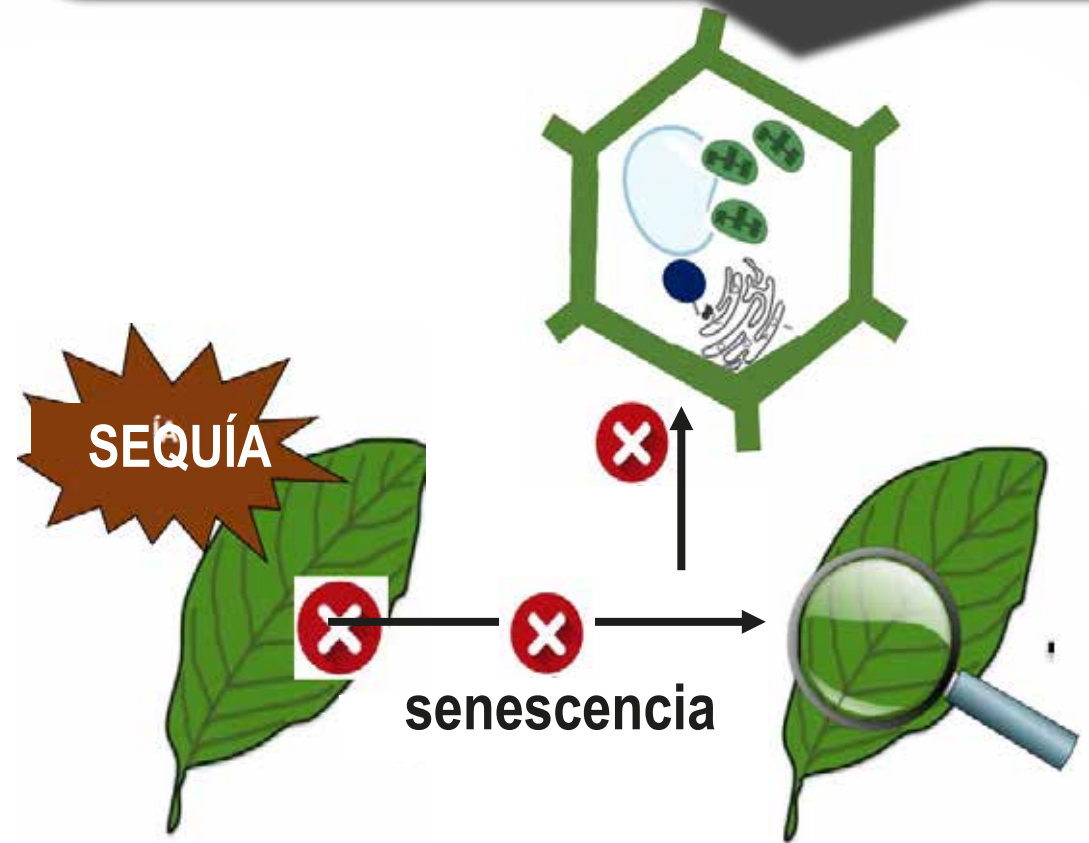
sensitive

tolerant





¿Es una alternativa viable interferir con la vía del CV, a través de edición génica, sin comprometer el rendimiento de plantas de soja?



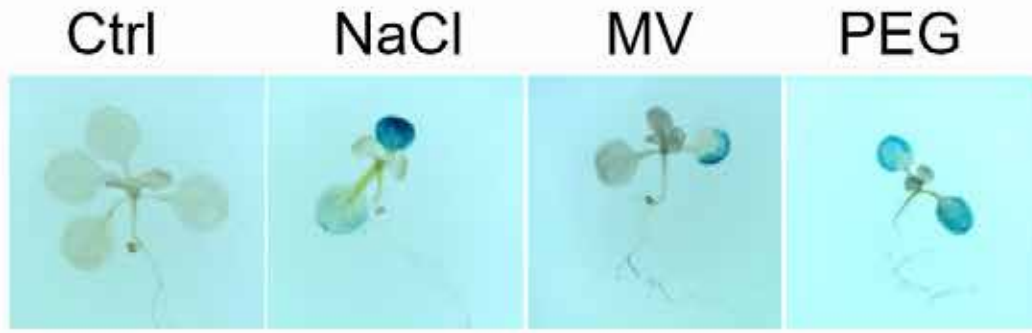
En soja (2 copias)



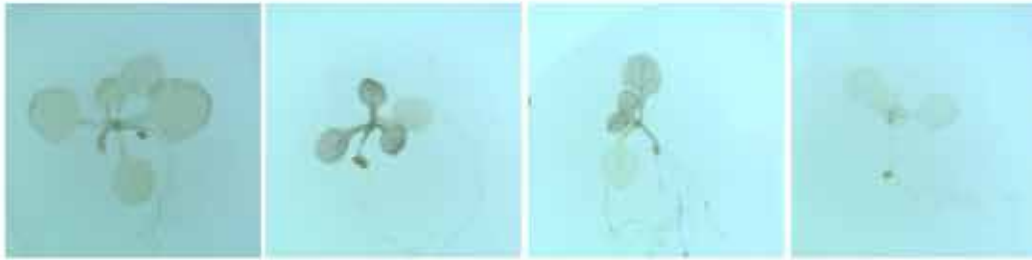
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
CV2 G-CDS	ATGAGGACCA	TTGCTTCTAAGCCTTCC	CCCTTTACTTCAAACCAAC	CTTCCAAC	CTTCTTTCAACCCCAAAAGCCA	CCTCAACTTT	CATCGTAAAG				
CV1 G-CDS	ATGAGGACCA	TTGCTTCTAAGCCTTCC	CCCTTTACTTCAAACCAAC	CTTCCAAC	CTTCTTTCAACCCCAAAAGCCA	CCTCAACTTT	CATCGTAAAG				
	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	
CV2 G-CDS	TTTAAATTAATGTTTCTT	TACATATTTT	TTTCTT	TTGTTGGGTCACAATTT	IACATGTCATTA	ATGCACTCATGTC	ACTAACATTT	TAAACAA			
CV1 G-CDS	TTTCAATTTGTTTCTT	TACATATATTTT	TTTCTT	TTGTTGGGTCACAATTT	IACATGTCATTA	ATGCACTCATGTC	ACTAACATTT	TAAACAA			
	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	
CV2 G-CDS	CTAAATCACACCGTGTG	CGTTGTAA	AGGGTGA	AAACCAAA	CATGTTGCAACAGGCA	ATGCGTTT	TCATGGCAGTGGC	ATCCAT	ATTGCACTAGAA		
CV1 G-CDS	CTAAATCACACCGTGTG	CGTTGTAA	AGGGTGA	AAACCAAA	CATGTTGCAACAGGCA	ATGCGTTT	TCATGGCAGTGGC	ATCCAT	ATTGCACTAGAA		
	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	
CV2 G-CDS	ATGTGCAATTAGTGGCA	ATGGCCACCAAGCA	AATTCAAATCA	CAACTATGGCA	ATTTGTAACCAAGTAGT	ATCAAATAGCA	AATTTCTT	ATGGTGGCGCCA			
CV1 G-CDS	ATGTGCAATTAGTGGCA	ATGGCCACCAAGCA	AATTCAAATCA	CAACTATGGCA	ATTTGTAACCAAGTAGT	ATCAAATAGCA	AATTTCTT	ATGGTGGCGCCA			
	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500	
CV2 G-CDS	AATGGAGCAGAAAAA	AGTGGCACCTTGGCA	AAGGCAATTCGCTCC	AAACATCGTGGCCG	CAGAACTTCCCCGG	CCGTCGGCACGGCGG	GCATACCA				
CV1 G-CDS	AATGGAGCAGAAAAA	AGTGGCACCTTGGCA	AAGGCAATTCGCTCC	AAACATCGTGGCCG	CAGAACTTCCCCGG	CCGTCGGCACGGCGG	GCATACCA				
	510	520	530	540	550	560	570	580			
CV2 G-CDS	GGCTGTTCTGTTCTCC	CAACAACTG	GGCAACCGTCTCG	AGCCCAATCATAGT	CCTCAAGCAACAAGGGCAG	CTGCTTCTCCATGTCA					
CV1 G-CDS	GGCTGTTCTGTTCTCC	CAACAACTG	GGCAACCGTCTCG	AGCCCAATCATAGT	CCTCAAGCAACAAGGGCAG	CTGCTTCTCCATGTCA					



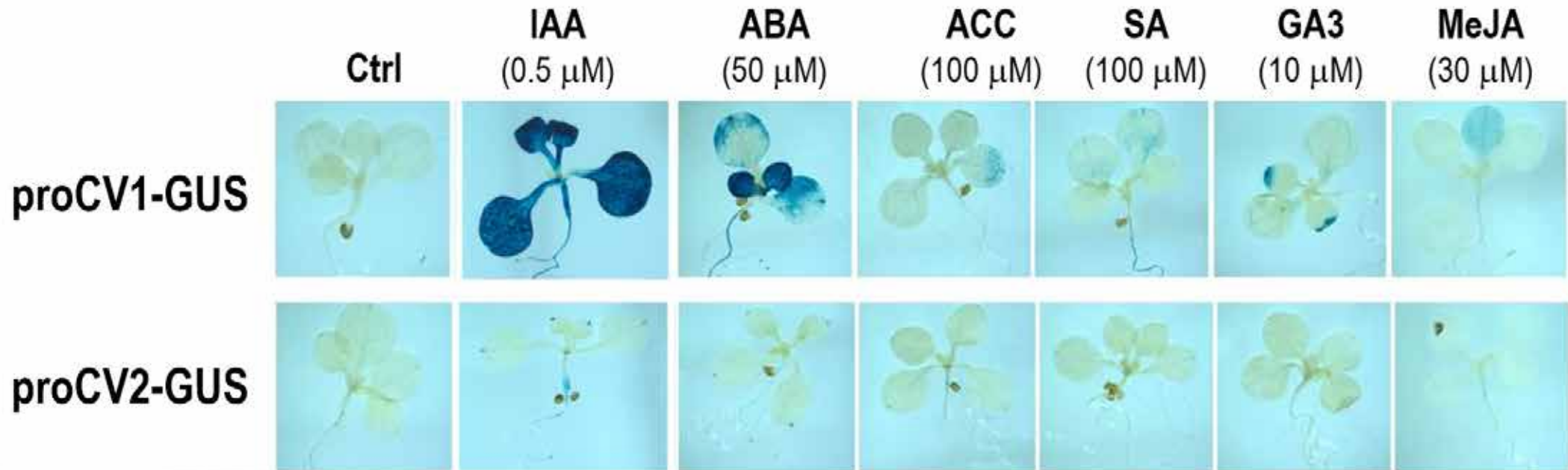
proCV1-GUS



proCV2-GUS



Mayor actividad del promotor de GmCV1 en condiciones de estrés y frente al tratamiento con ABA y auxinas



Mayor actividad del promotor de GmCV2 en la senescencia natural



Joven

Vieja

Oscuridad (2 d)

proCV1-GUS



proCV1-GUS

-CK



+CK
(5μM)



proCV2-GUS



proCV2-GUS

-CK



+CK
(5μM)



Mayor actividad del promotor de GmCV2 en la senescencia natural



Joven

proCV1-GUS



GmCV1 constituye un blanco ideal de mutagénesis a los efectos de interferir con la senescencia inducida por estrés, sin afectar los procesos de senescencia natural.

(2 d)



proCV2-GUS

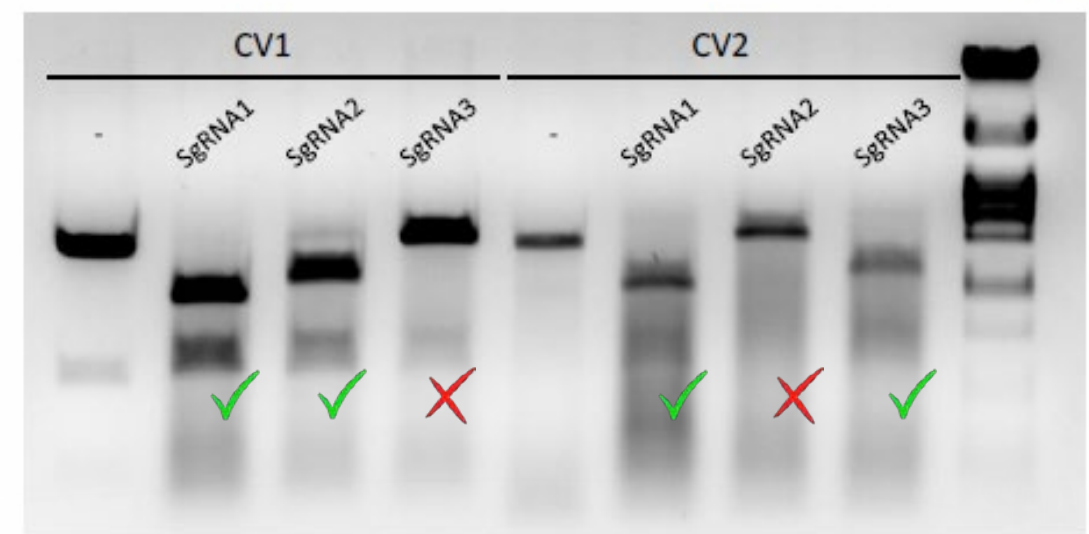
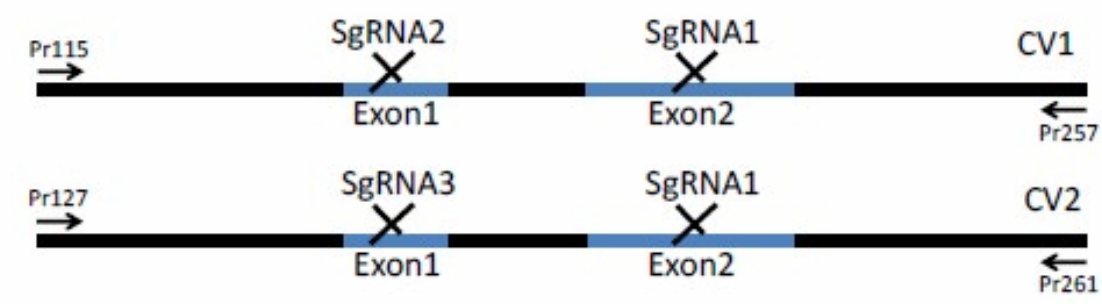
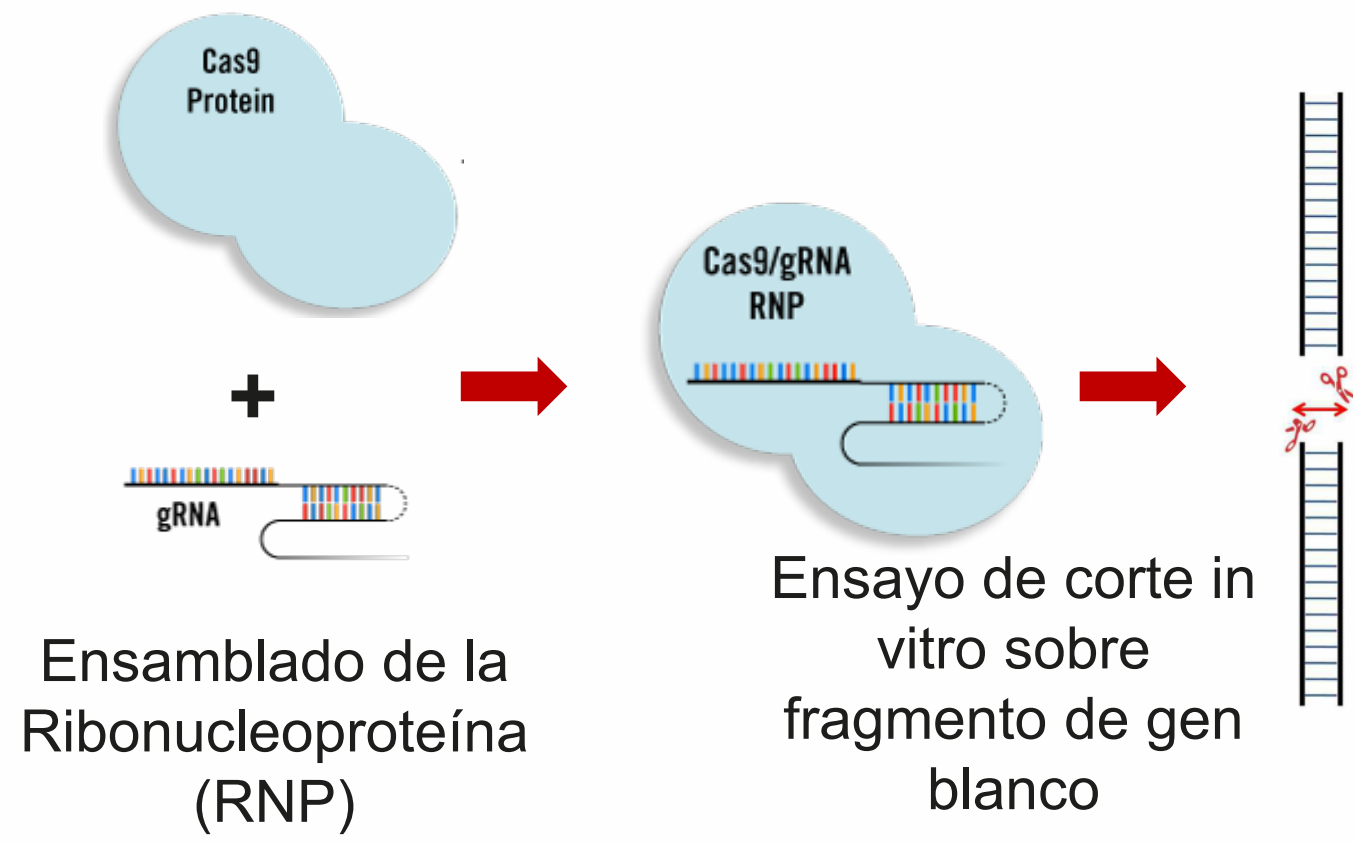


proCV2-GUS



Determinación de la eficiencia de corte

Evaluación *in vitro* de actividad de gRNAs sobre secuencia de *GmCV1* y *GmCV2*. Síntesis de gRNAs por IVT y ensamblado de RNP con Cas9 recombinante



Asociaciones público-privadas



**Edición génica para mejoramiento en
especies vegetales y animales**



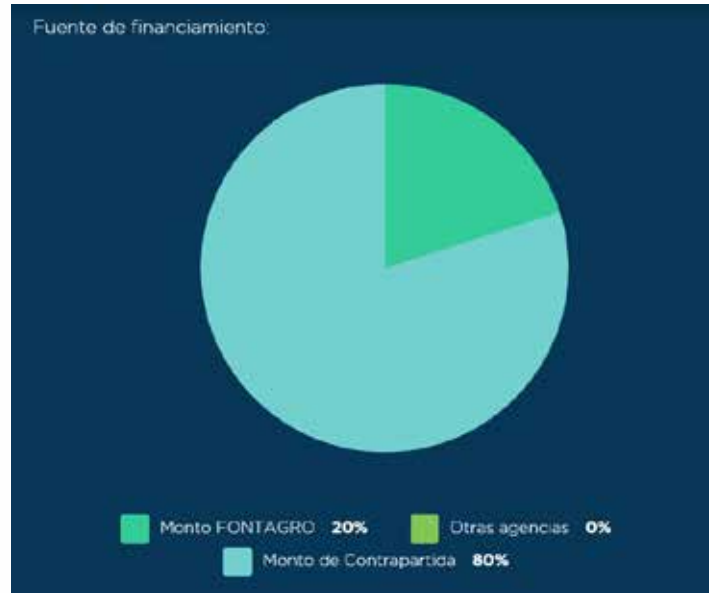
Dr. Sergio Feingold

Proyecto Consensuado FONTAGRO

Código: **ATN/RF-18757-RG**
Iniciativa: **Proyectos Consensuados**

Monto FONTAGRO: **USD 230.000**
Monto de Contrapartida: **USD 913.163**

Plazo de ejecución: **42 Meses**
Monto total: **USD 1.143.163**



INTA
INIA (Chile)
INIA (Uruguay)
INIAP (Ecuador)
IPTA (Paraguay)
Agrosavia (Colombia)
Facultad de Ciencias, Udelar (Uruguay)
EMBRAOA (Brasil)
Facultad de Agronomía, UBA (Argentina)
ACA (Asociación de Cooperativas Argentinas)
Consortio Papa Chile SpA (Chile)
PROCISUR

Objetivo: consolidar las capacidades regionales de investigación e innovación en EG para el **mejoramiento de especies de interés agropecuario** como un aporte a la soberanía tecnológica, al agregado de valor de la producción y el desarrollo productivo, económico y social de la Región a través de la **conformación de redes** en dónde se aprovechen las **capacidades públicas y privadas** fortaleciendo **proyectos piloto** para el desarrollo de variabilidad para ser utilizada por programas de mejoramiento y generando y aumentando las capacidades en los países de la Región a través de cursos, entrenamientos y fortalecimiento de infraestructura y conocimiento.

Los proyectos piloto se orientan a:

- Obtención de variedades de **papa** con sanidad y calidad nutricional e industrial incrementada.
- Desarrollo de **soja** apta para el consumo por monogástricos (porcinos, aves, peces) a través de la disminución de compuestos anti-nutricionales en grano .
- Generación de **animales** con características modificadas para generar productos y/o subproductos de interés para la producción pecuaria.

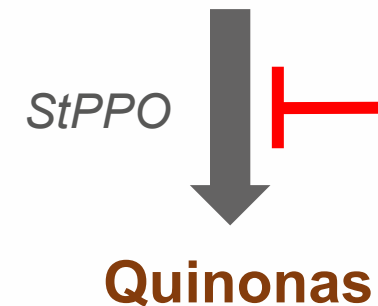


Dr. Sergio Feingold

Reducción del pardeamiento enzimático

Generación de
mutantes nulos del
gen *StPPO* (tuber
polyphenol
oxidase).

Sustratos polifenólicos



Idea y Realización: Sergio Feingold. Sobre el desarrollo de papa editada para
reducción de pardeamiento enzimático

Laboratorio de Agrobiotecnología de la EEA Balcarce, INTA - ARGENTINA

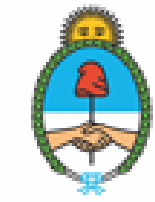
Tesis doctoral de Matías González, dirigido por Sergio Feingold y Gabriela Massa
con la colaboración de Cecilia Décima y Leonardo Storani

Capacitación: Aislamiento y transfección de protoplastos para Edición Génica 6 al 10 de Junio de 2022 INTA-Balcarce -Argentina



Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria

Secretaría de Agricultura,
Ganadería y Pesca



Ministerio de Economía
Argentina



CAPACITACIÓN EN BIOTECNOLOGIAS REPRODUCTIVAS

Módulo I: FIV - ICSI

Módulo II: Clonación y Edición Génica

AGRONOMÍA
Facultad de Agronomía



**COMUNICATE CON NOSOTROS
PARA MÁS INFORMACIÓN:**

capacitaciones.labba@gmail.com

**PROYECTO: ATN/RF-18757-RG
“Edición Génica para el
Mejoramiento en
Especies Vegetales y Animales”**

**Modulo I :
7 al 11 Noviembre 2022**

**Modulo II:
11 al 15 Noviembre 2022**

Los gobiernos, los institutos de investigación, las universidades y las empresas privadas deben trabajar juntos, identificando roles, objetivos, responsabilidades y fuentes de financiamiento que generen resiliencia en los programas de investigación de cultivos y que intrínsecamente adopten la visión social a largo plazo de los sistemas alimentarios.

El éxito no depende únicamente de la ciencia, también está influida por la **aceptación social y las decisiones políticas**. Para alentar a los fitomejoradores a invertir más en el desarrollo de nuevas y mejores semillas, así como en las sofisticadas tecnologías de mejoramiento necesarias, son imprescindibles las **decisiones políticas apropiadas** y el **apoyo público**. El apoyo debe incluir el fortalecimiento de la investigación fundamental en fitomejoramiento y la toma de decisiones políticas basadas en evidencia para **la regulación**.



¡Muchas gracias!

Información de contacto

Dra. Victoria Bonnacarrère

INIA

vbonnacarrere@inia.org.uy