



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

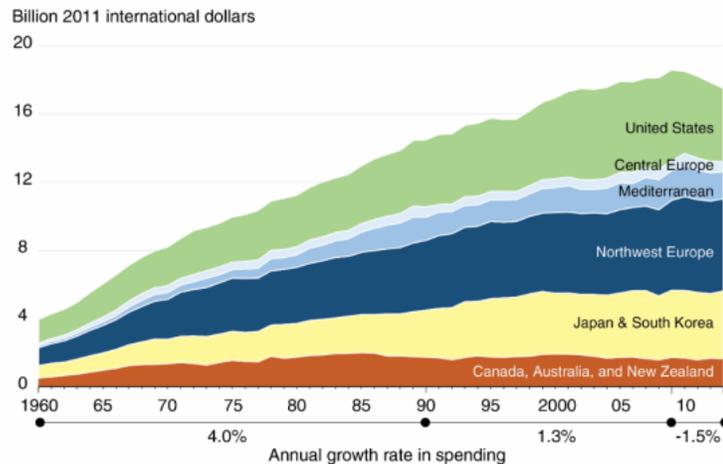


Figura 2. Evolución de la inversión pública en I+D agrícola en países de altos ingresos durante los últimos 50 años.

- 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.

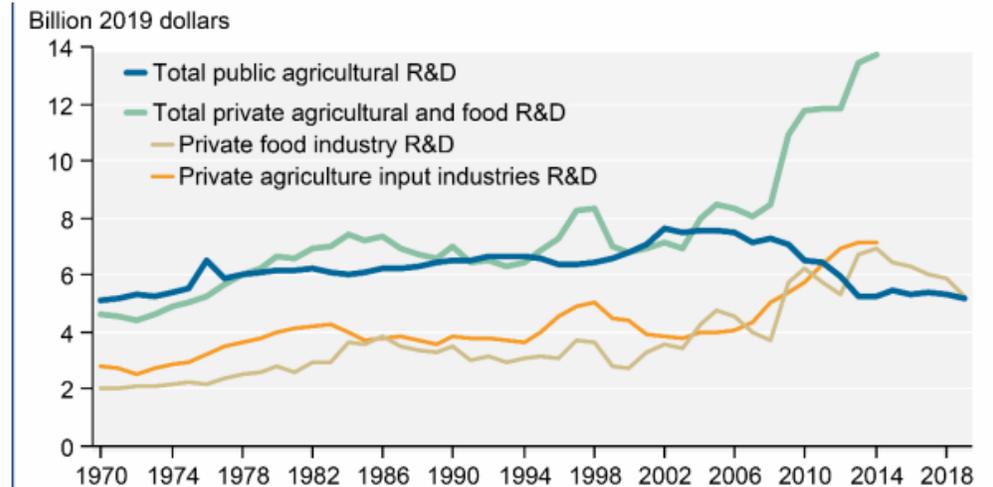


Figura 1. Evolución de la inversión en I+D en los EE.UU. para el sector agrícola y de alimentos realizada por el sector público y privado entre 1970 y 2019

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



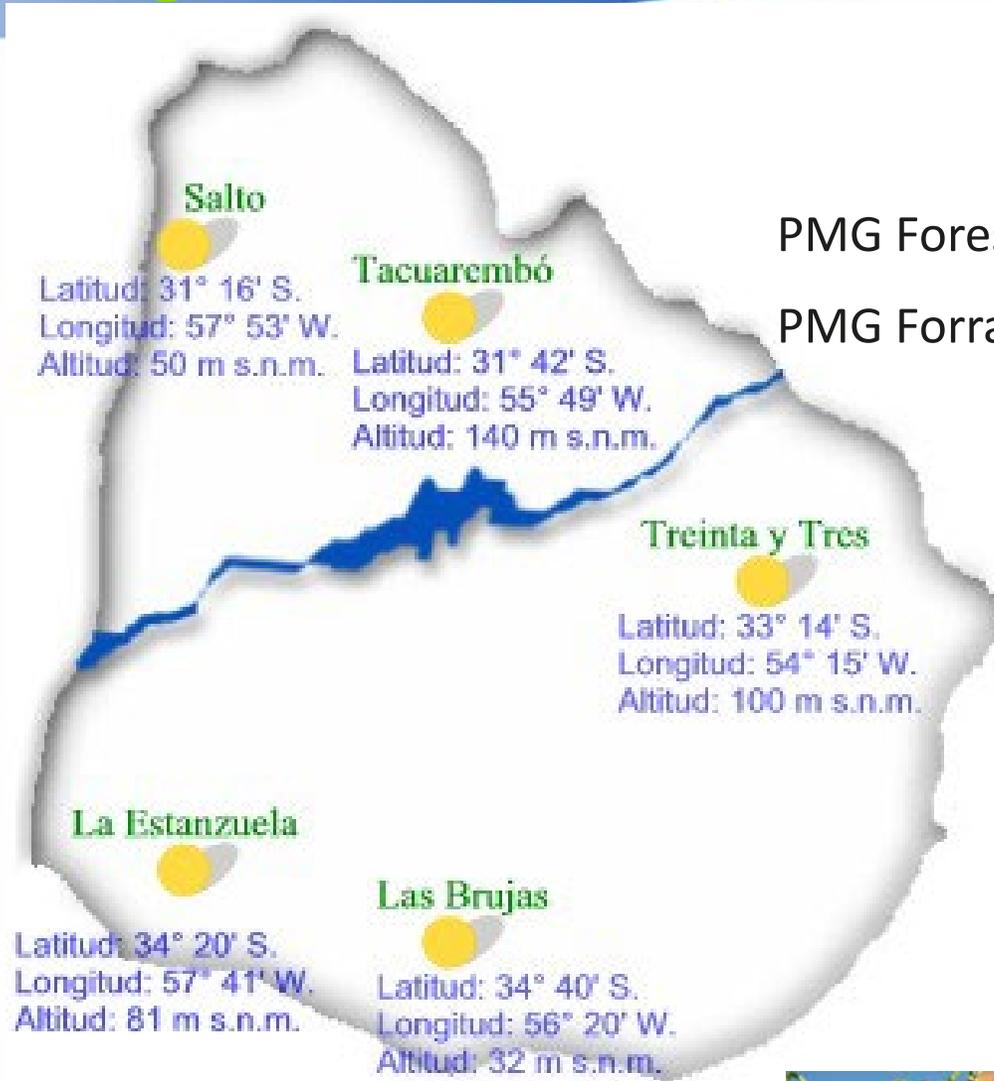
PMG Hortícola



PMG Trigo

PMG Cebada

PMG Soja



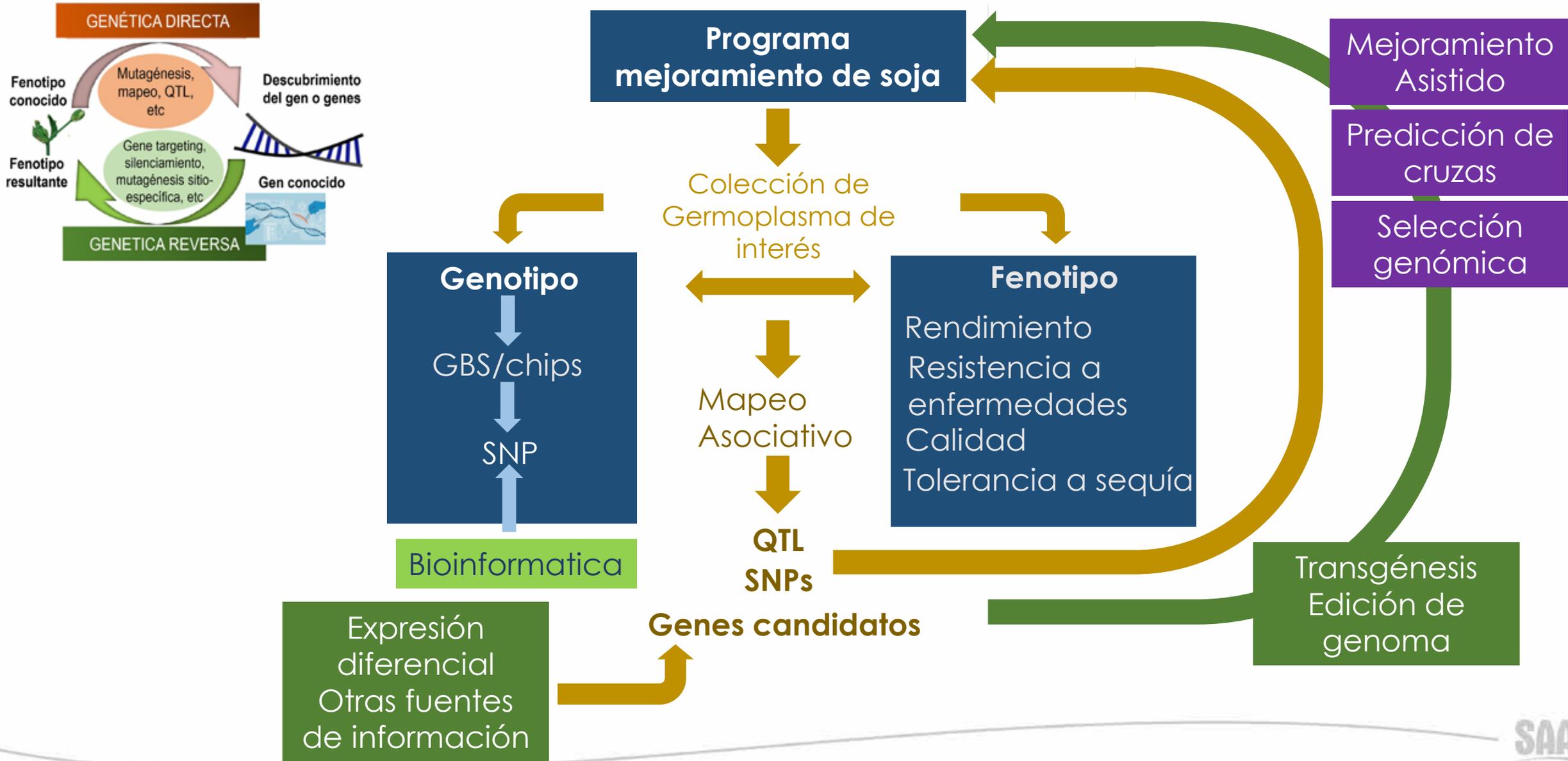
PMG Fruticultura

PMG Forestal

PMG Forrajeras

PMG Arroz







PROYECTO REDES PARA LA INNOVACIÓN
RTS_1_2014_1



Asociaciones público-privadas

RED NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA



Objetivo

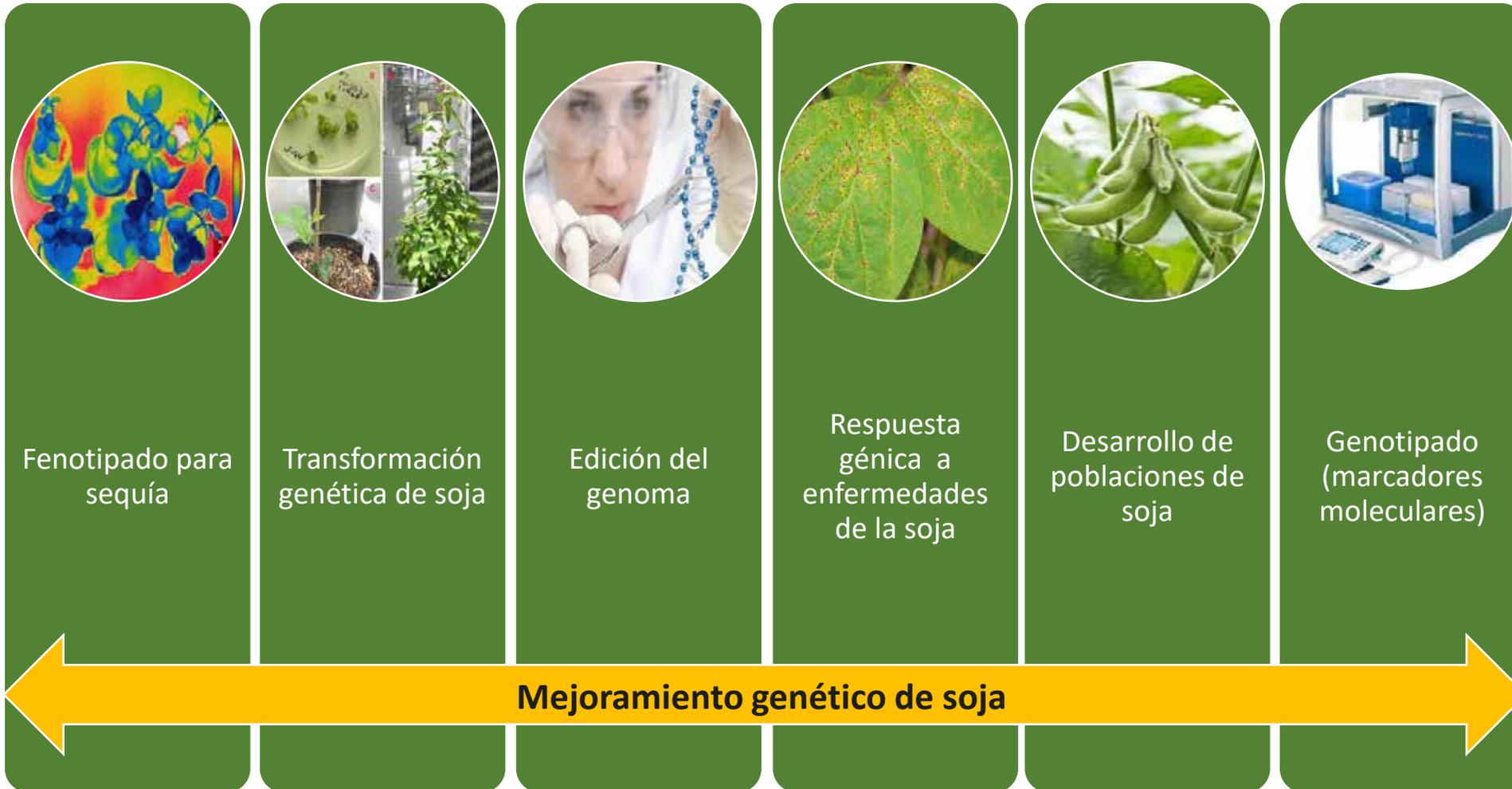
Contribuir al incremento de la productividad y adaptabilidad del cultivo de soja, mediante la implementación de herramientas modernas de mejoramiento genético enfocadas a la mejora de la tolerancia a estrés abiótico y biótico.

¿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.**

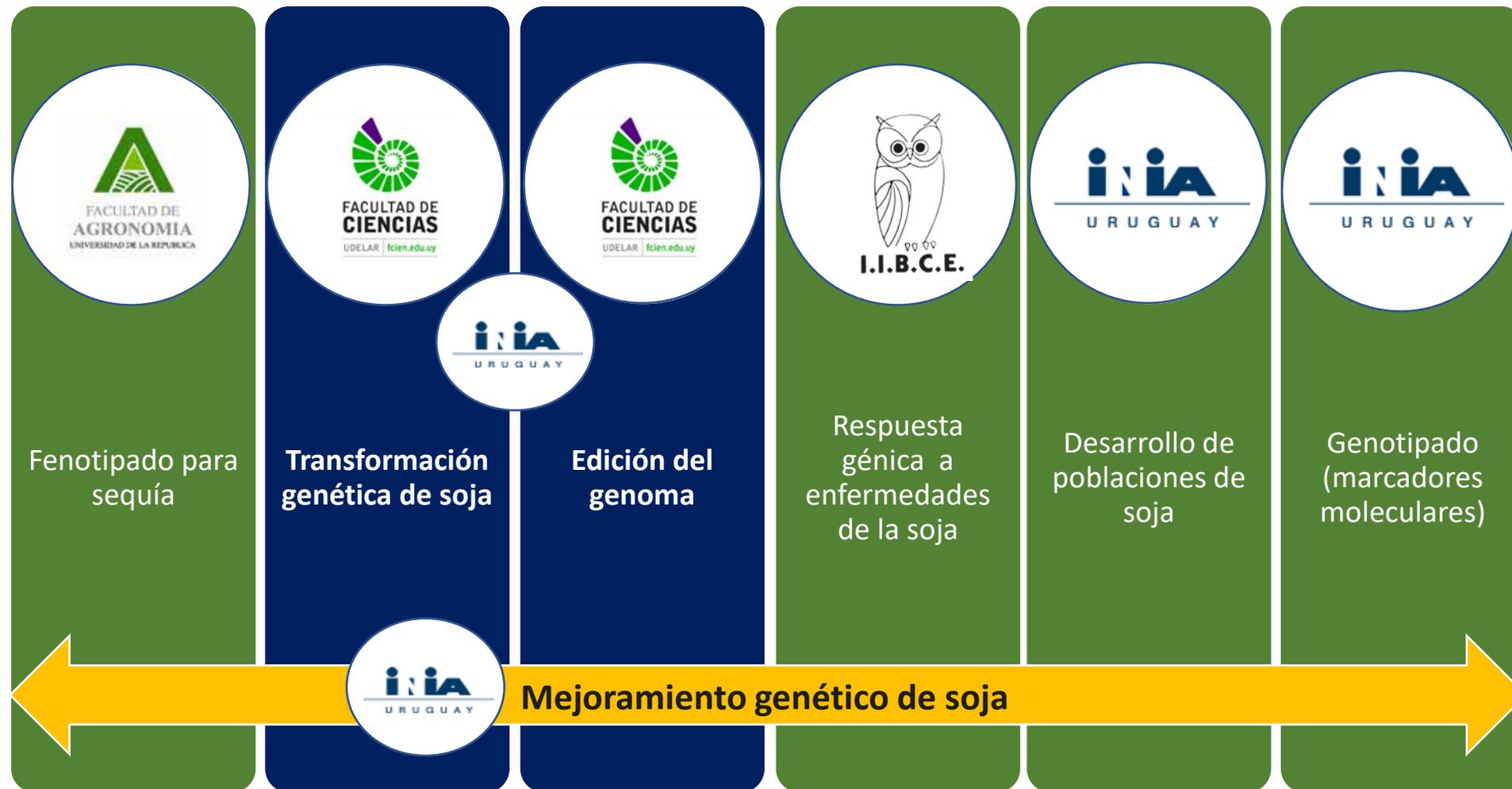


Las plataformas



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).**

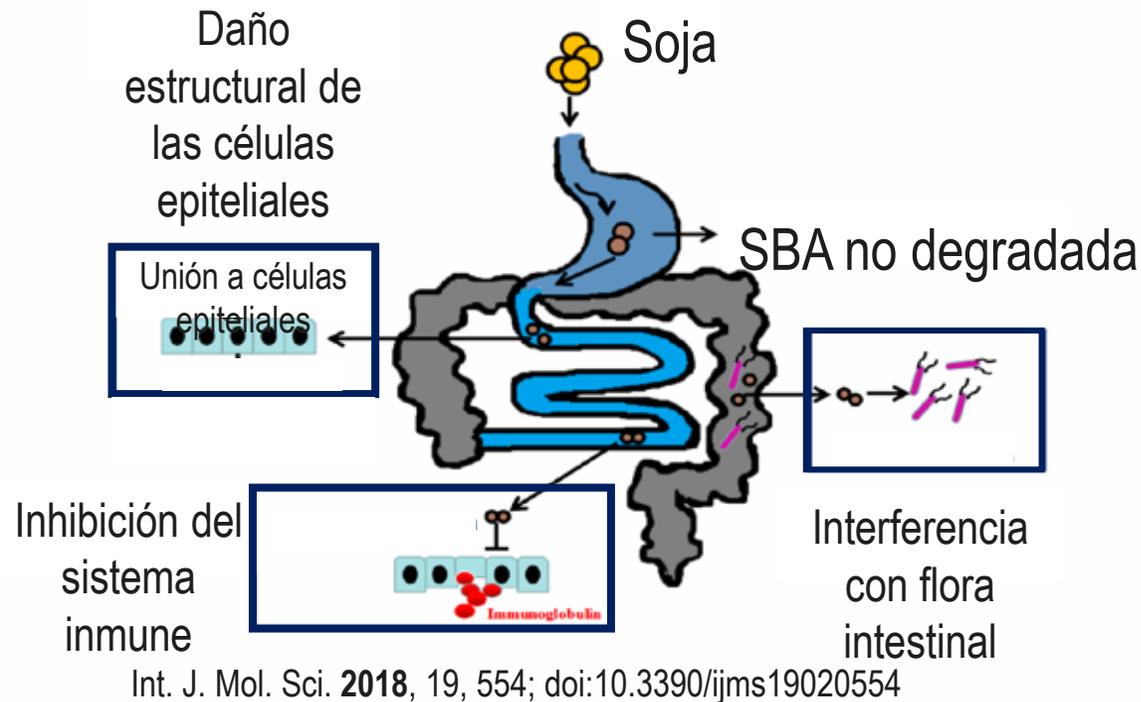
PRODUCIR SOJA NO TRANSGÉNICA CON MAYOR TOLERANCIA AL DÉFICIT HÍDRICO

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

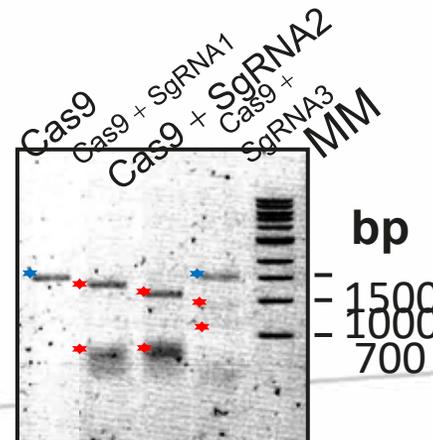


Dra. Sabina Vidal
Facultad de Ciencias
UdelaR

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.

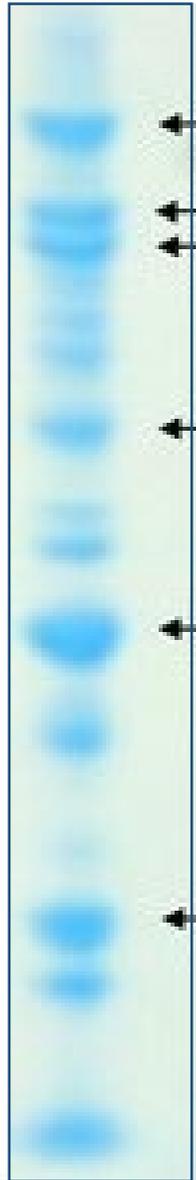


Resultados: 4 líneas T1, 20 líneas T0 (diferenciación), genotipado por análisis de fragmentos mediante electroforesis capilar

Modificación del perfil de proteínas:



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



Lox

α'

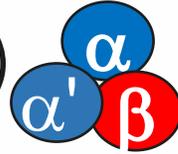
α

β

ac

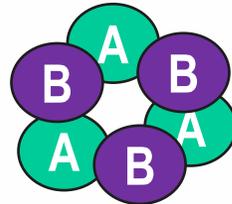
ba

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.

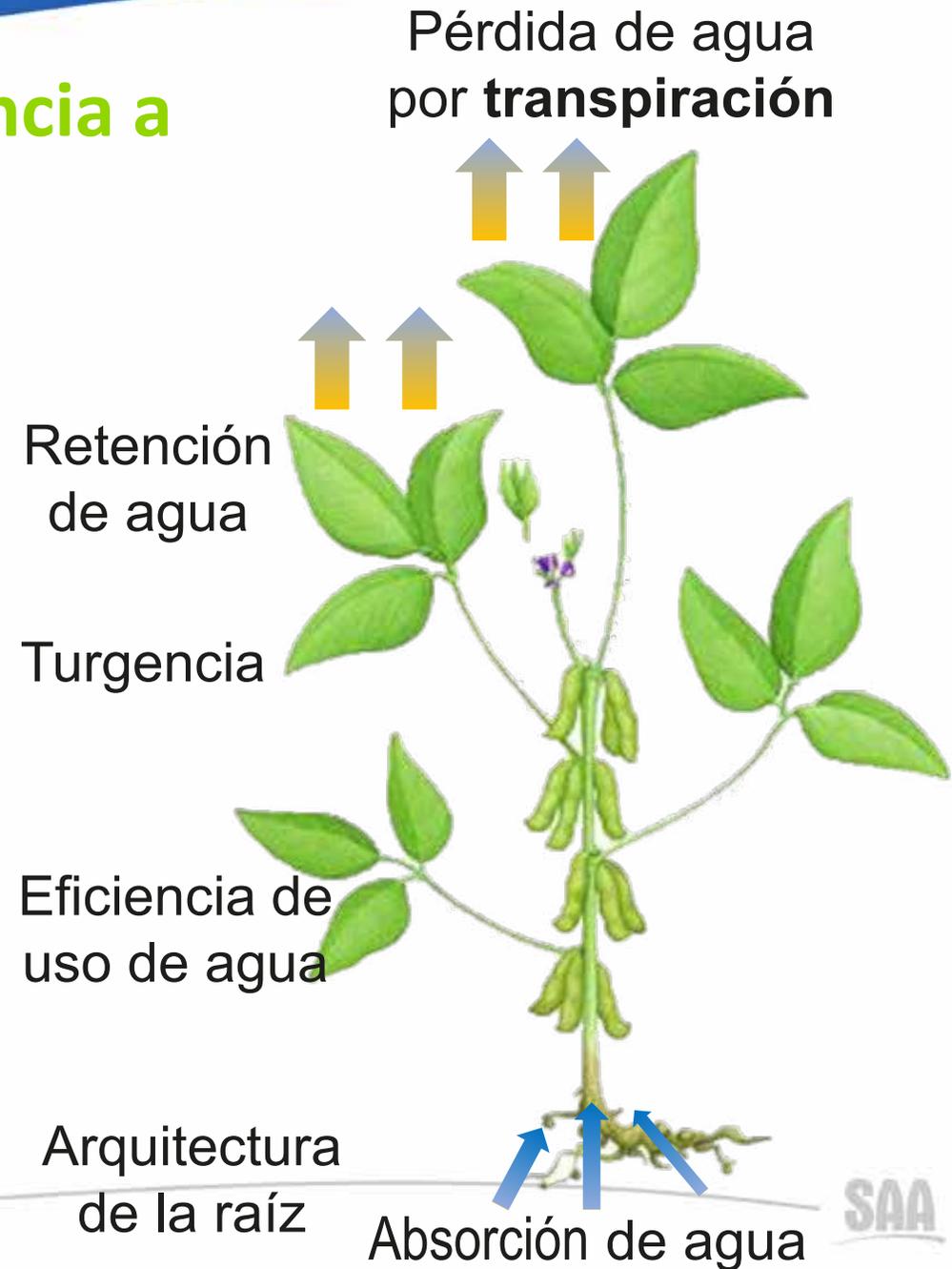
Fast wilting



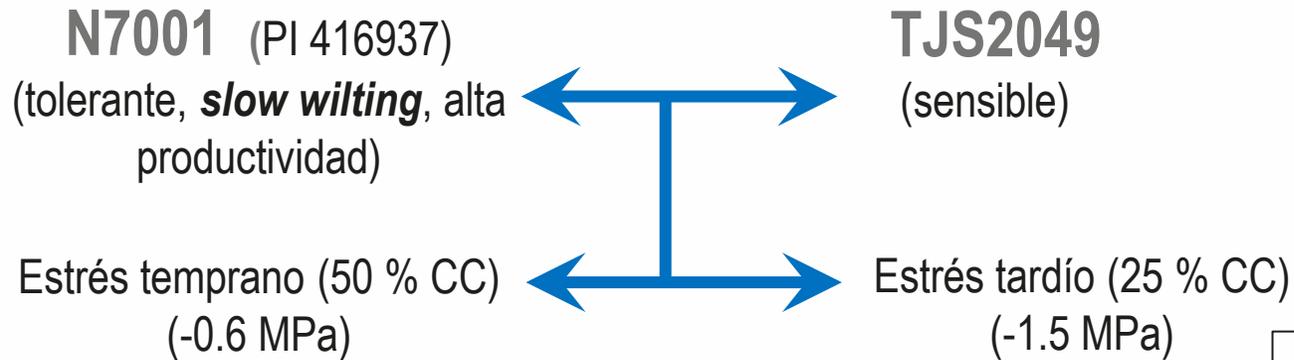
Slow wilting



Valliyodan et al 2017 doi:10.1093/jxb/erw433

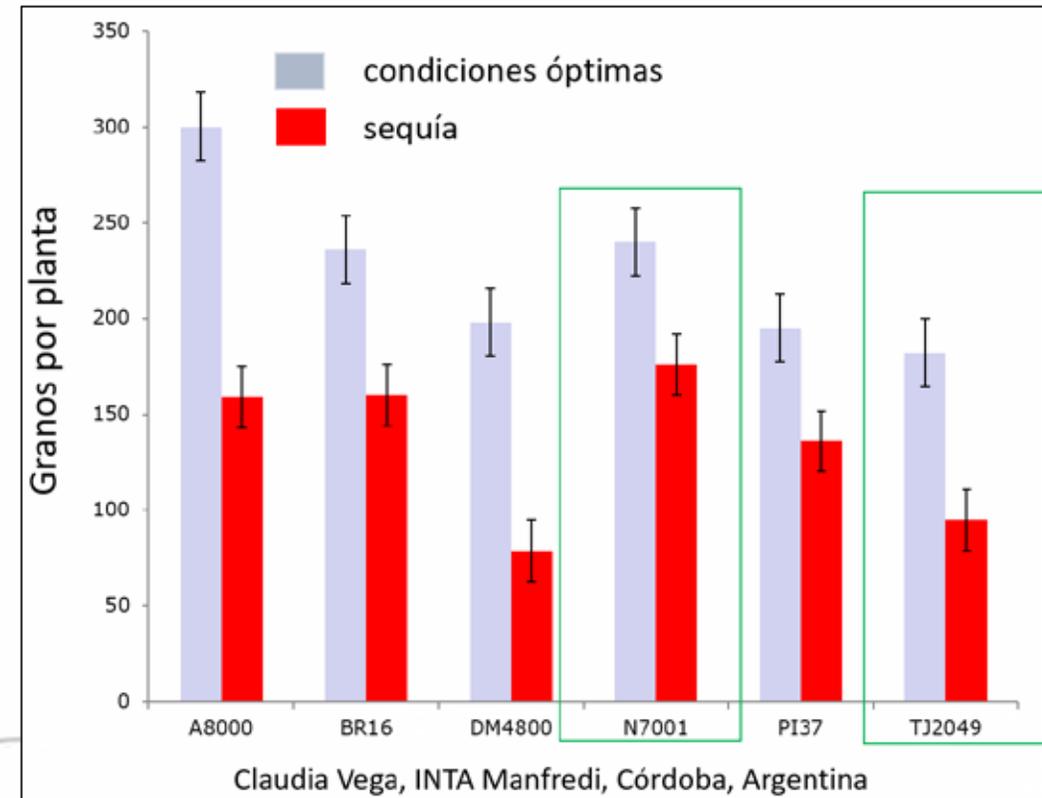


Identificación de genes candidatos como blancos para mutagénesis mediada por CRISPR



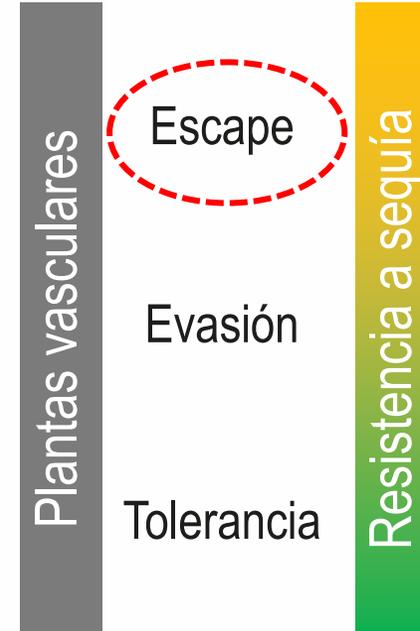
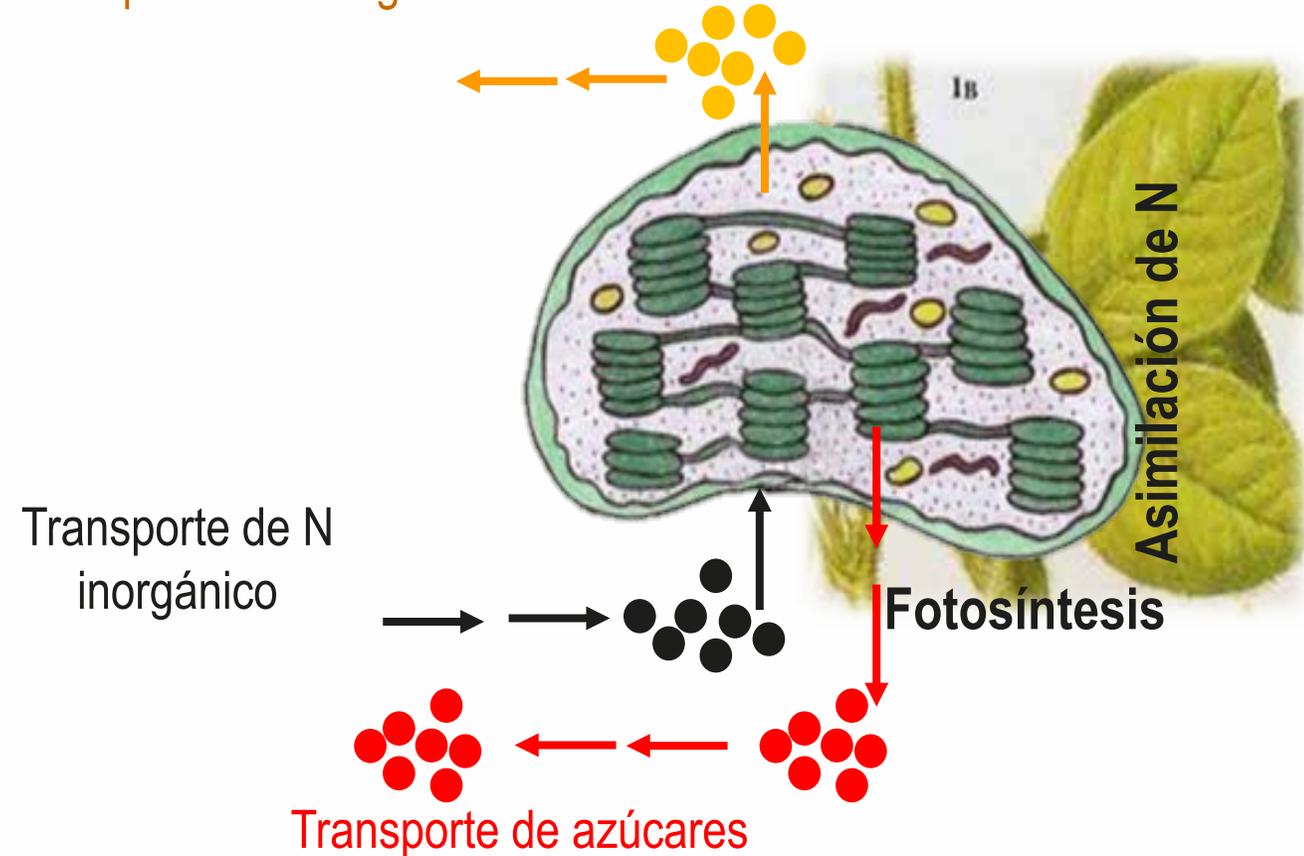
Identificación de genes con función relevante en respuestas a deshidratación

- + 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



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>



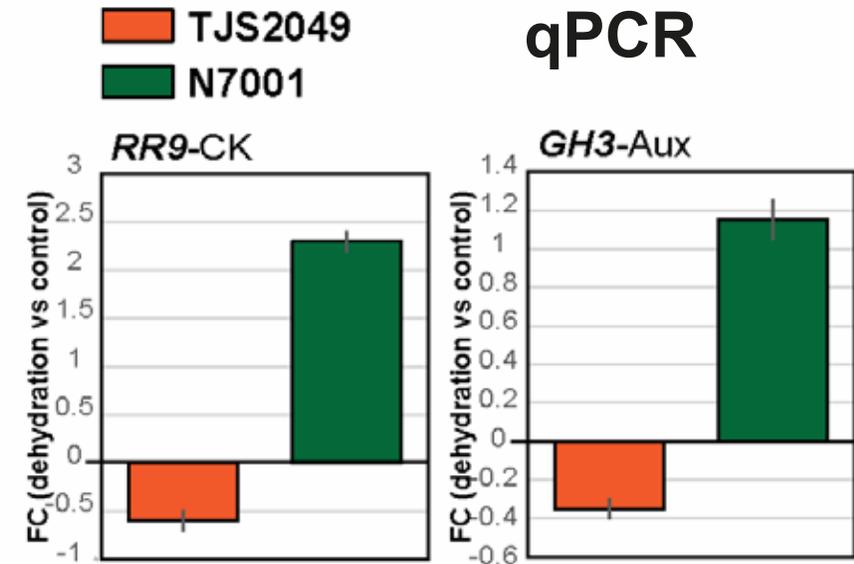
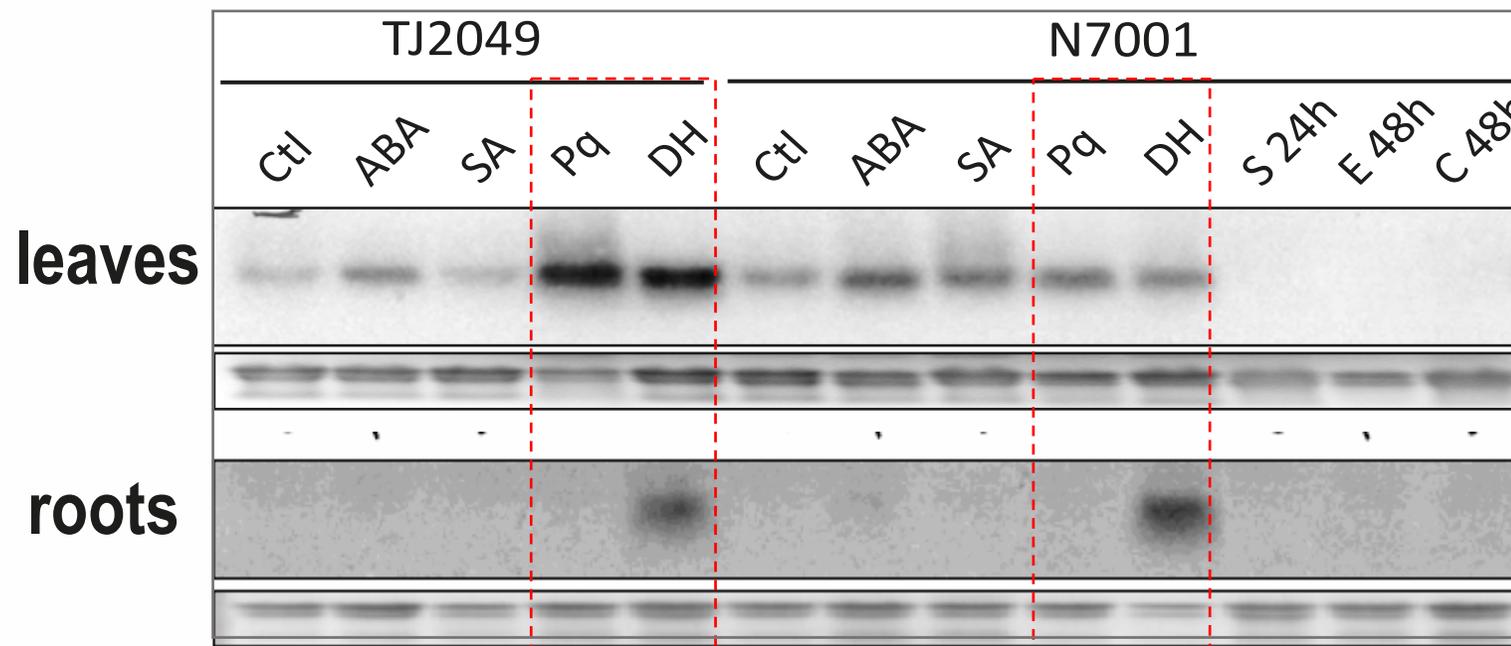
Luciana Fleitas

Identificación de genes candidatos como blancos para mutagénesis mediada por CRISPR

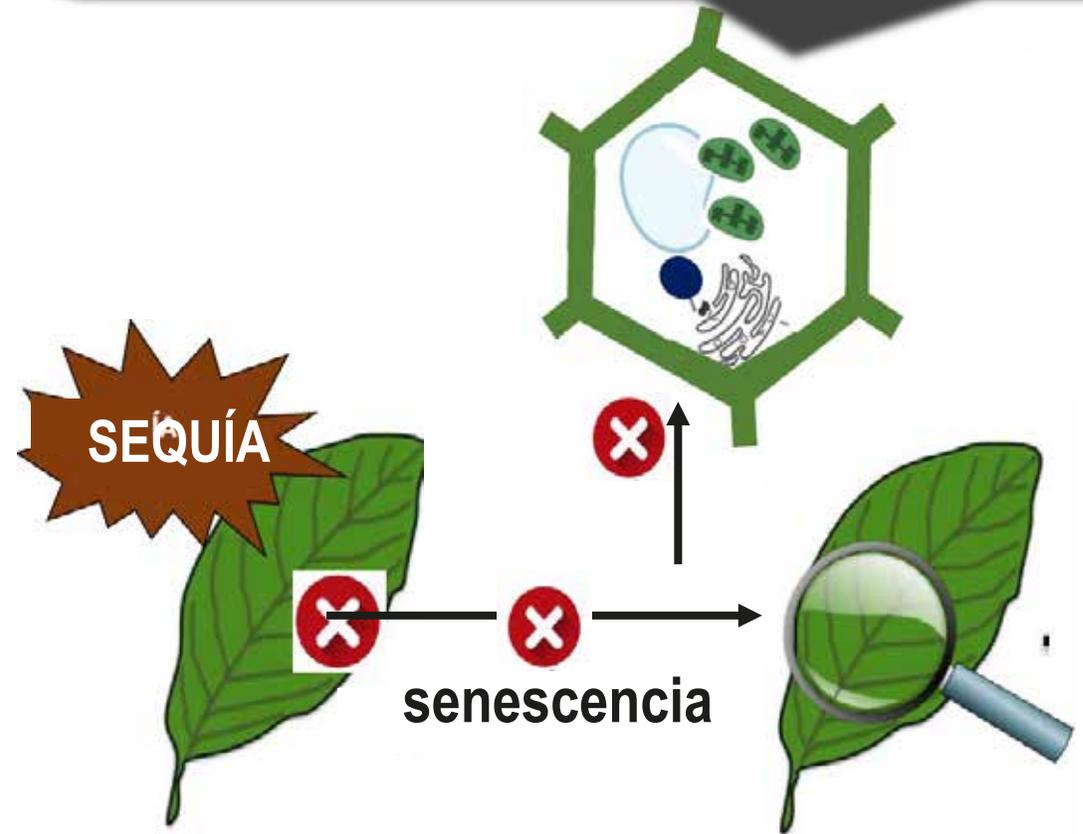
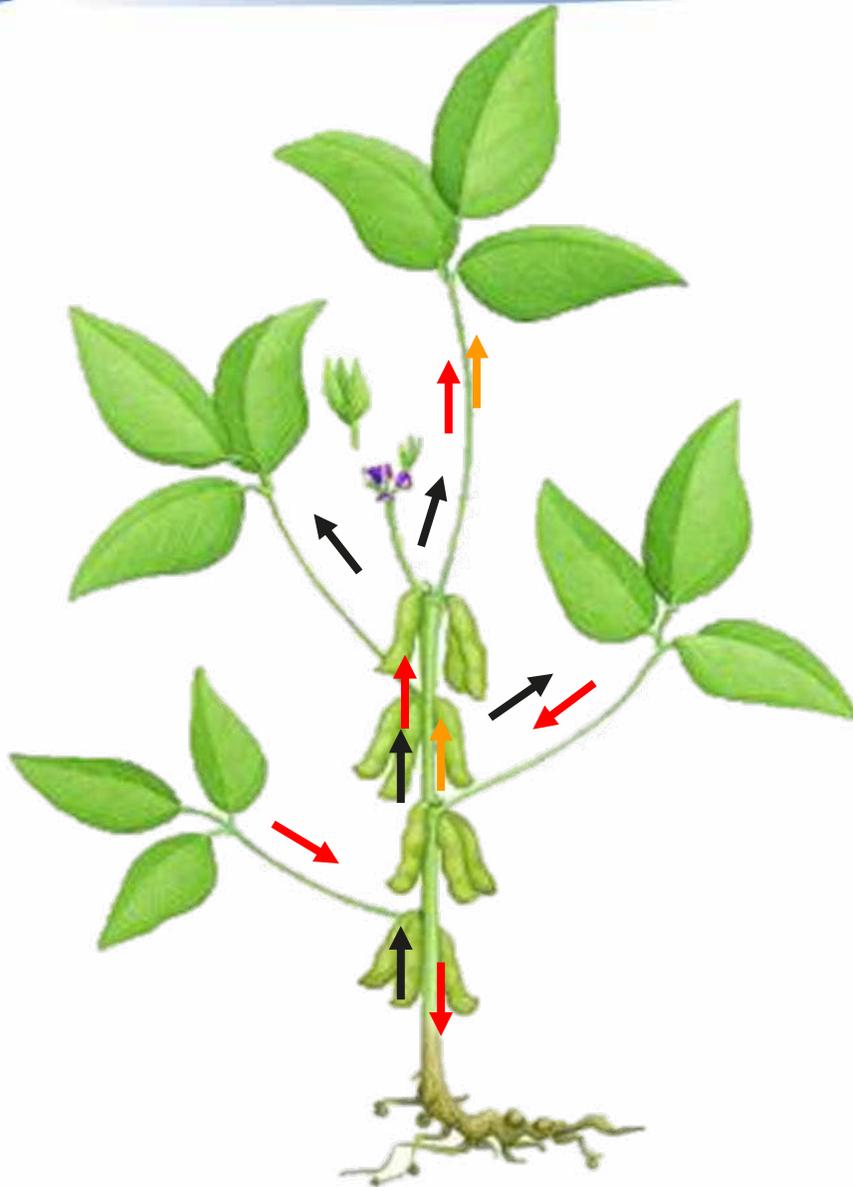
GmCV: *Glycine max* Chloroplast Vesiculation.

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?



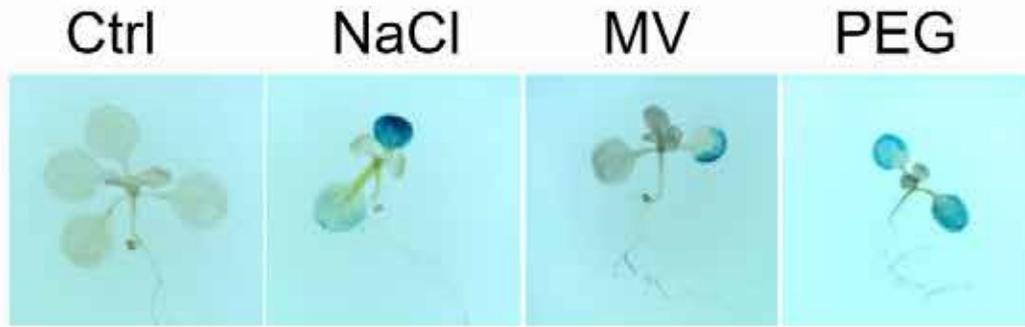
En soja (2 copias)



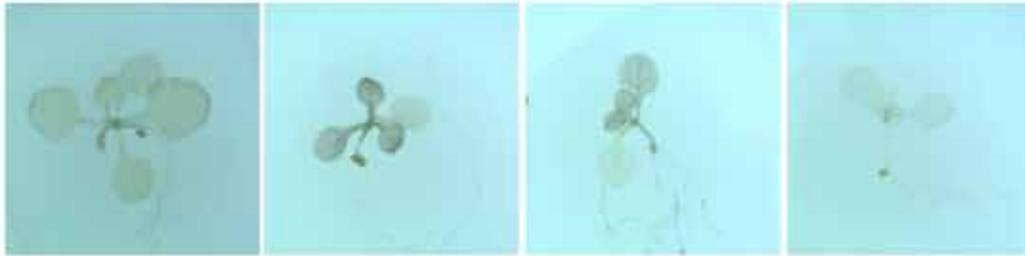
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
CV2 G-CDS	ATGAGGACCA	TTTGCTTCTAAGCCTTCC	CCCTTTACTTCAAACCAAC	CTTCCAAC	CTTCTTTCAACCCCAAAAGCCA	CCTCAACTTT	CATCGTAAAG				
CV1 G-CDS	ATGAGGACCA	TTTGCTTCTAAGCCTTCC	CCCTTTACTTCAAACCAAC	CTTCCAAC	CTTCTTTCAACCCCAAAAGCCA	CCTCAACTTT	CATCGTAAAG				
	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	
CV2 G-CDS	TTTAAATTAATGTTTCTT	TACATATTTT	TTTCTT	TTGTTGGGTCACAAT	TACATGTCATTA	ATGCACTCATGTC	ACTAACATT	TAAACAA			
CV1 G-CDS	TTTCAATTTGTTTCTT	TACATATATTTT	TTTCTT	TTGTTGGGTCACAAT	TACATGTCATTA	ATGCACTCATGTC	ACTAACATT	TAAACAA			
	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	
CV2 G-CDS	CTAAATCACACCGTGTG	CGTTGTAA	AGGGTGA	AACCAAC	CATGTTGCAACAGG	CAATGCGTT	ATCATGGCAGTGG	CATCCAT	ATTGCACTAGAA		
CV1 G-CDS	CTAAATCACACCGTGTG	CGTTGTAA	AGGGTGA	AACCAAC	CATGTTGCAACAGG	CAATGCGTT	ATCATGGCAGTGG	CATCCAT	ATTGCACTAGAA		
	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	
CV2 G-CDS	ATGTGCAATTAGTGGCA	ATGGCCACCAAGCA	AATTCAAATCA	CAACTATGGCAATT	GTAAACCAAGTAG	TCAAATAGCAATT	CTTAA	GGTGGCGCCA			
CV1 G-CDS	ATGTGCAATTAGTGGCA	ATGGCCACCAAGCA	AATTCAAATCA	CAACTATGGCAATT	GTAAACCAAGTAG	TCAAATAGCAATT	CTTAA	GGTGGCGCCA			
	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500	
CV2 G-CDS	AATGGAGCAGAAAAA	AGTGGCACCTTGG	CAAGGCAAT	TCGCTCCA	AAACATCATG	CCCGCAGAA	CTTCCCCGGCCG	TGGCACGGCGGC	ATACCA		
CV1 G-CDS	AATGGAGCAGAAAAA	AGTGGCACCTTGG	CAAGGCAAT	TCGCTCCA	AAACATCATG	CCCGCAGAA	CTTCCCCGGCCG	TGGCACGGCGGC	ATACCA		
	510	520	530	540	550	560	570	580			
CV2 G-CDS	GGCTGTTGTTCTCTCA	CCAAAGACTG	GCCACCGTCT	CGCCCCATCATAG	TCCAAGCAACA	AAGGGCAG	TGCTTCTCCAT	GTCA			
CV1 G-CDS	GGCTGTTGTTCTCTCA	CCAAAGACTG	GCCACCGTCT	CGCCCCATCATAG	TCCAAGCAACA	AAGGGCAG	TGCTTCTCCAT	GTCA			



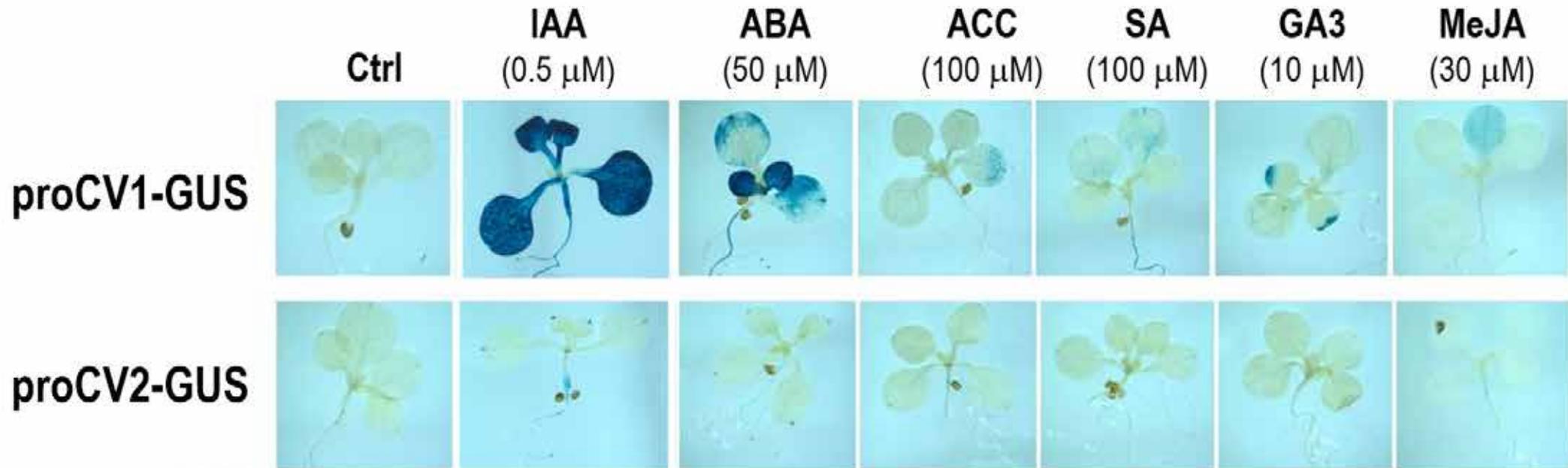
proCV1-GUS



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

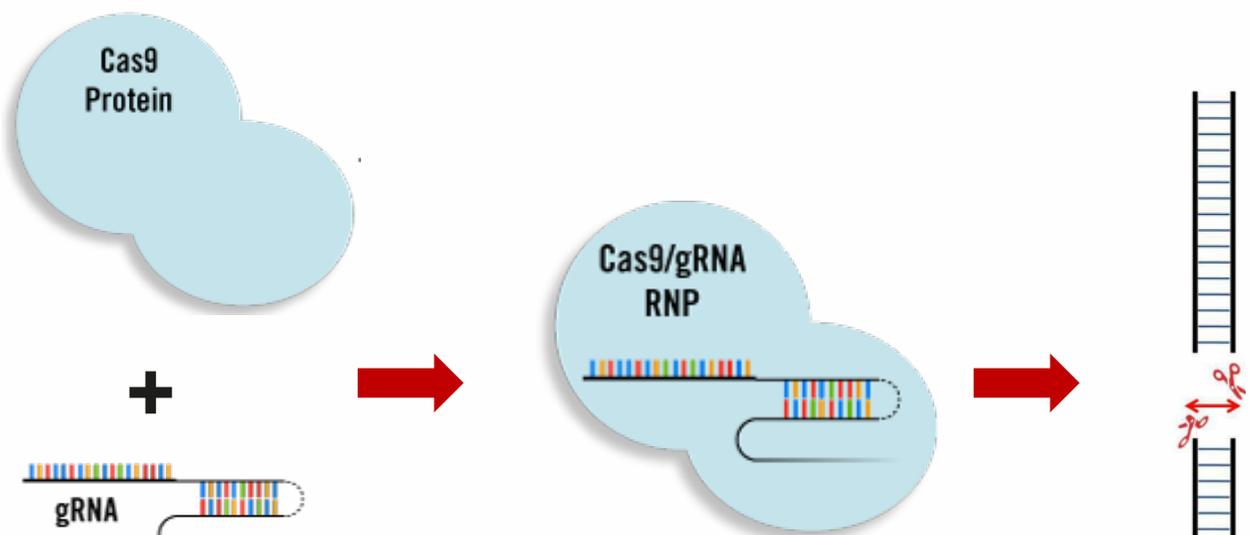


proCV2-GUS



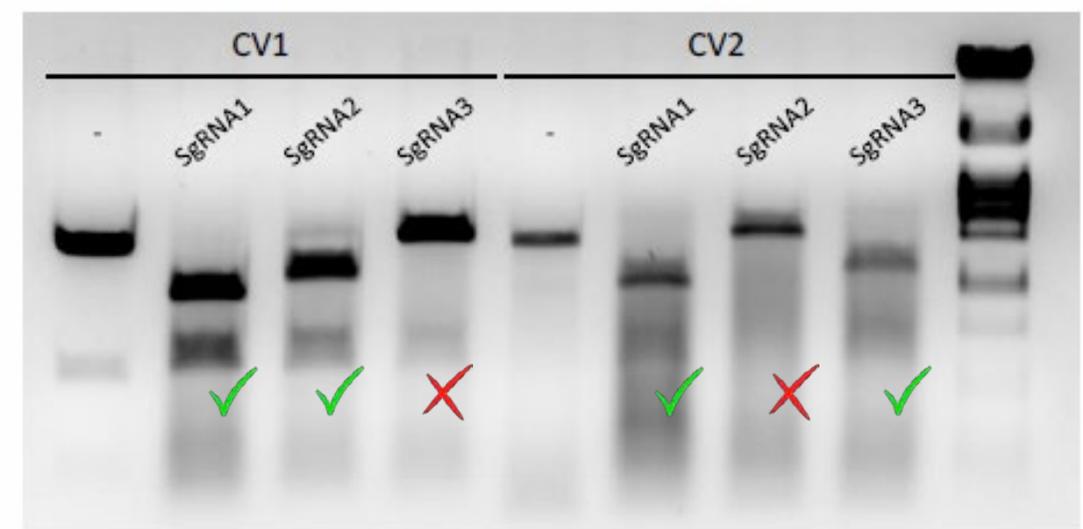
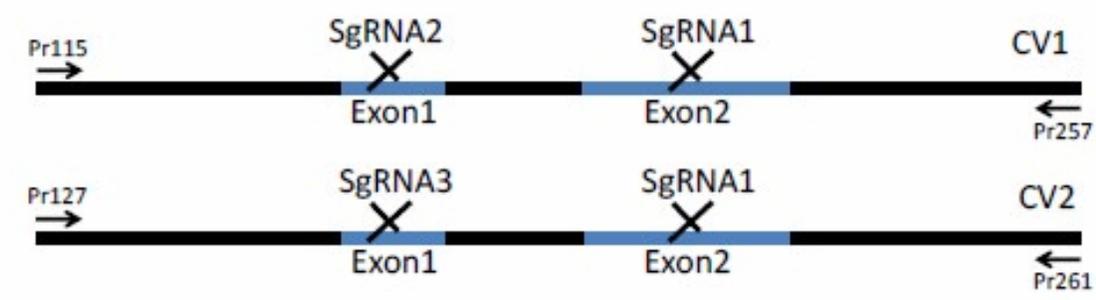
Determinación de la eficiencia de corte

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



Ensamblado de la Ribonucleoproteína (RNP)

Ensayo de corte *in vitro* sobre fragmento de gen blanco



Asociaciones público-privadas



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



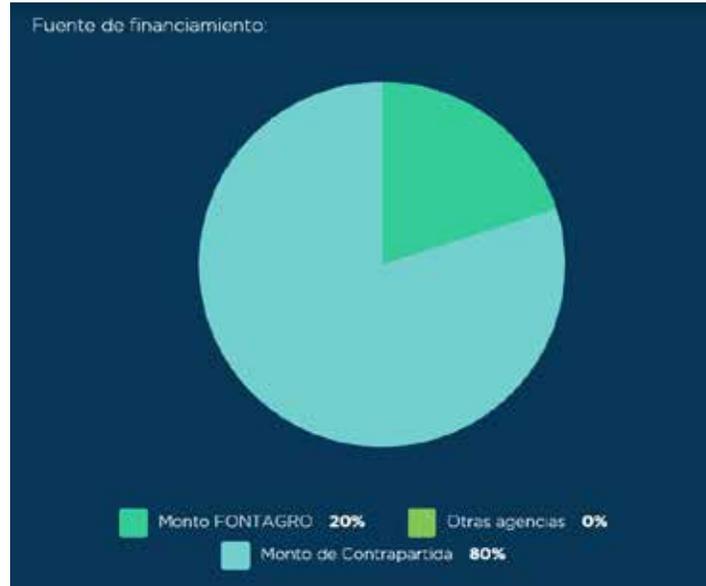
Dr. Sergio Feingold

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.

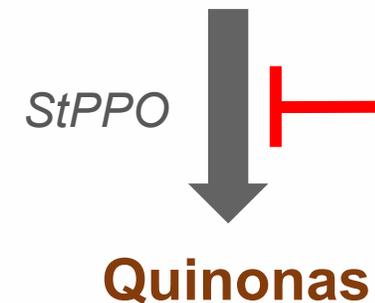


Dr. Sergio Feingold

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