# Biotecnología, Es hora de comprender más y temer menos

Capítulo 4: Cultivos transgénicos

Video 2

2025

Argen谐io

# Capítulo 4:

# Japitalo 7.

Uno

Los cultivos transgénicos en el contexto del mejoramiento vegetal Video 1

Dos

Transformación genética de plantas Tres

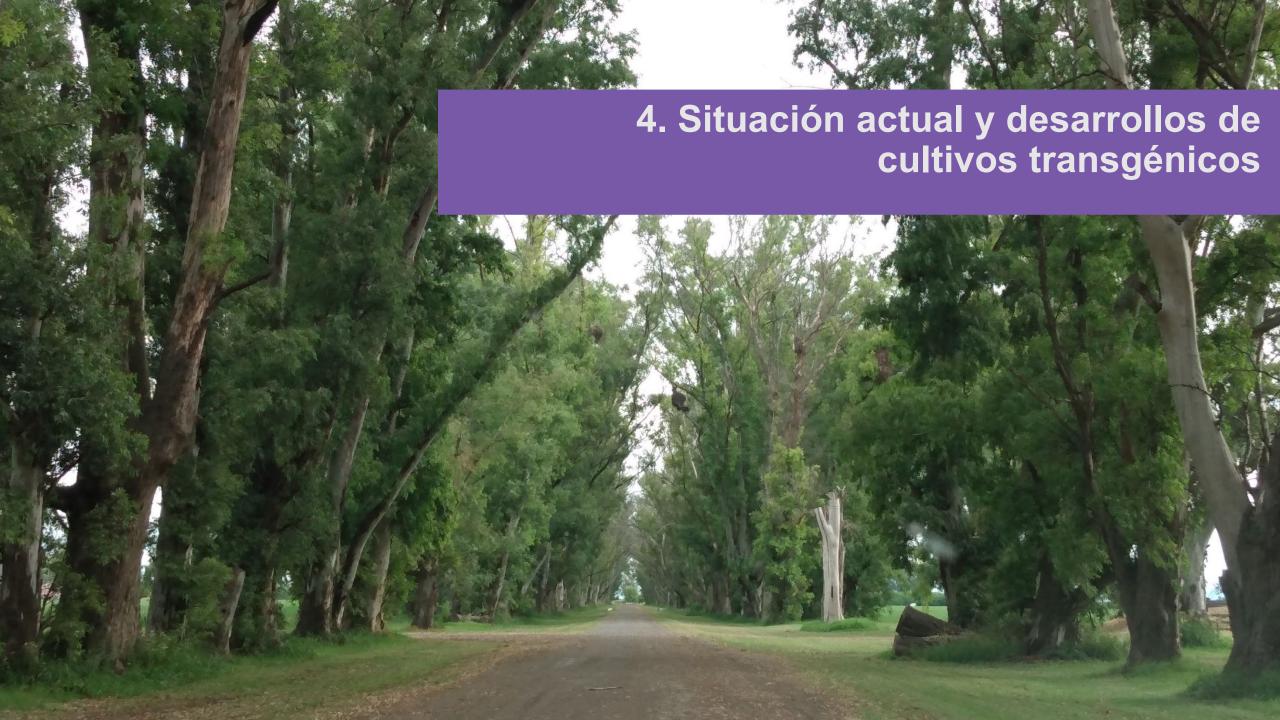
Regulación de cultivos transgénicos

Video 2

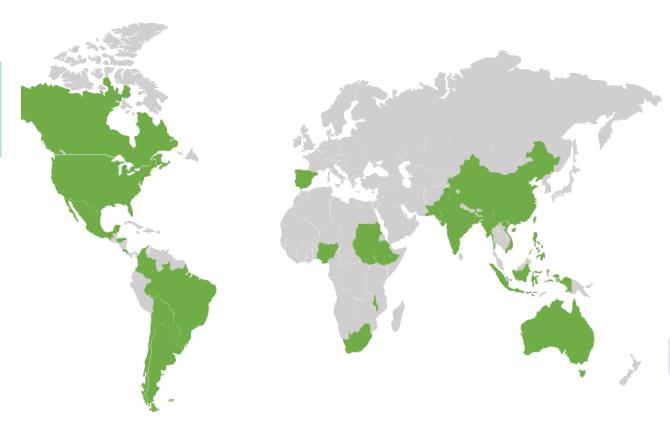
Cuatro

Situación actual y desarrollos de cultivos transgénicos





# En 2023 la superficie sembrada con cultivos GM superó 206 millones de hectáreas.



17 millones de agricultores de 29 países sembraron cultivos GM en 190,4 millones ha en 2019

#### 1 millón de hectáreas o más

	millones ha
Estados Unidos	71,5
Brasil	52,8
Argentina	24,0
Canadá	12,5
India	11,9
Paraguay	4,1
China	3,2
Sudáfrica	2,7
Pakistán	2,5
Bolivia	1,4
Uruguay	1,2



#### menos de 1 millón de hectáreas

Filipinas	España	Portugal	Malawi
Australia	Colombia	Indonesia	Nigeria
Myanmar	Vietnam	Bangladesh	Etiopía
Sudan	Honduras	Costa Rica	
México	Chile	eSwatini	

Transgénicos en América Latina: www.biotec-latam.com



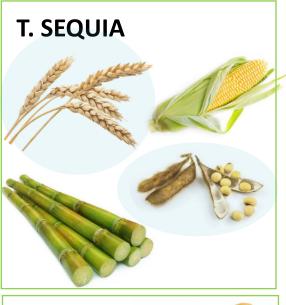
Fuente: ISAAA, 2019



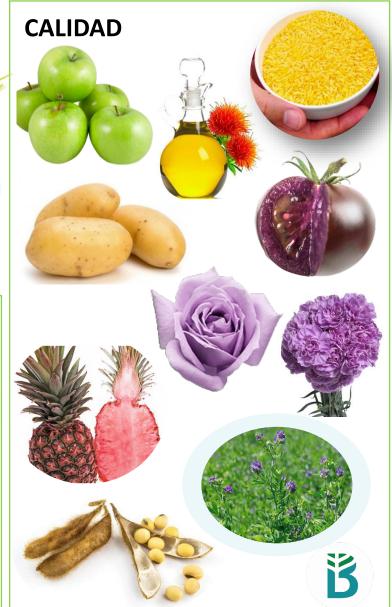
# Cultivos transgénicos en el mundo











#### **CULTIVOS TRANSGÉNICOS SEMBRADOS**

CULTI CARACTERÍSTICA	vo SON	SOIN SOIN	SOID SOY	SOJAN MAIL	HRI MAIL	MAZ	ALGO	OON ALGO	DON TRICO	TH ALFA	FA JURITURE	LA CASSA	DE ALICAR FRIIO	Lagratol Pitta	anana CLAY	All ROSA	Jul da
Argentina																	
Bolivia																	
Brasil																	
Chile **																	
Colombia																	
Costa Rica **																	
Cuba																	
Ecuador																	
El Salvador																	
Guatemala																	
Honduras																	
México																	
Nicaragua																	
Panamá																	
Paraguay																	
Perú																	
Rep. Dominicana		1															
Jruguay																	
Venezuela																	

Siembra transgénicos

No siembra transgénicos

TH: tolerante a herbicidas

TS: tolerante a sequía

RI: resistente a insectos

RV: resistente a virus





<sup>\*</sup> En Argentina el cártamo transgénico se siembra en una pequeña superficie para producción de quimosina bovina (molecular farming)

<sup>\*\*</sup> Chile y Costa Rica no tienen siembra comercial de cultivos transgénicos. Siembran para producción de semillas y/o productos de mercado nicho para exportación.

### Argentina: cultivos GM campaña 2023/2024













- Resistencia a insectos
- Tolerancia a herbicida



Otros cultivos transgénicos sembrados en superficie pequeña: alfalfa con menor contenido de lignina y TH; trigo tolerante a sequía y TH; papa resistente a virosis.

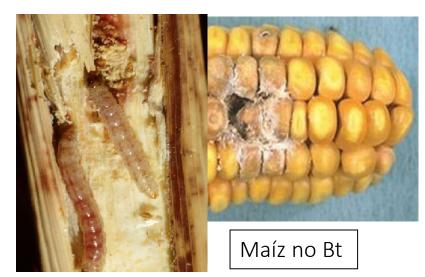


# Resistencia a insectos: toxina Bt de *Bacillus thuringiensis*

Beneficios: mayores rendimientos, flexibilidad, menor uso de insecticidas, mejor calidad de grano, niveles menores de micotoxinas



Algodón no Bt









Tolerancia a herbicida (glifosato): enzima de

Agrobacterium tumefaciens

Beneficios: mejor control de malezas, sustitución de herbicidas, simplificación del manejo y beneficios asociados a la Siembra Directa











Presente en plantas y microorganismos, ausente en animales y humanos

**Corismato** 

5-enolpiruvil-shikimato-3fosfato sintasa

Gen de *Agrobacterium* → CP4-EPSPS\* tumefaciens

PEP

Shikimato-3P

Gen de maíz, modificado ——→2mEPSPS\*

\*Formas de la enzima insensible al glifosato

# Aminoácidos aromáticos

(fenilalanina, tirosina y triptófano)

(sin aminoácidos aromáticos la planta muere)



### Glifosato: toxicidad y efectos sobre la salud

- Usado desde hace más de 30 años, con cientos de estudios toxicológicos, ecotoxicológicos, reproductivos, teratológicos, etc.
- Según la reunión de expertos FAO/OMS\* + los estudios regulatorios:
  - posee baja toxicidad aguda
  - no provoca daños ni cambios en el material genético
  - no es cancerígeno
  - no afecta el desarrollo embrionario ni provoca malformaciones
  - no afecta el sistema nervioso
  - no tiene efectos sobre la reproducción ni sobre los sistemas endócrinos
- Categoría de Menor Riesgo Toxicológico (Clase IV)
- No daña a los insectos, mamíferos, aves o peces
- Si llega a las fuentes de agua, las concentraciones no alcanzan niveles de riesgo toxicológico para el hombre o para los organismos acuáticos
- Los niveles de residuos en cultivos GM están por debajo de los límites de detección o LMR.



#### Precauciones

Descripción

#### Instrucciones de uso

Nocivo, peligroso para el medio ambiente. R20: Nocivo por inhalación.

R41: Riesgo de lesiones oculares graves.

\$36/37/39; Utilizar ropa de protección adecuada, guantes gafas/pantalla protectora de los ojos/de la cara.

S26:En caso de contacto con los ojos, lávese inmediata y abundantemente con agua y acudáse a su médico.

S2. Manténgase fuera del alcance de los niños.

\$13.Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos. \$23. No respirar los gases, humos, vapores, aerosoles.

S45: EN CASO DE ACCIDENTE O MALESTAR, ACUDA INMEDIATAMENTE AL MEDICO

(si es posible, muéstrele la etiqueta)

#### RECOMENDACIONES PARA CASOS DE INTOXICACIÓN O ACCIDENTE

Primeros auxilios



reposo. Conserve la temperatura corporal. Controle la respiración, si fuera necesario, respiración artificial. Valorar la realización de endoscopia digestiva. Control hidroelectrolítico. Sensibilidad miocárdica. Riesgo de alteraciones hepáticas, renales y mentales. Si la persona está inconsciente, acuésteta de lado con la cabeza mas baja que el resto del cuerpo y las rodillas semiflexionadas. Traslade al intoxicado a un centro hospitalario y, siempre que sea posible, lleve la

#### NO DEJE SOLO AL INTOXICADO EN NINGÚN CASO

#### EN CASO DE INTOXICACION LLAME AL INSTITUTO NACIONAL DE TOXICOLOGÍA - TELÉFONO: (91) 562 04 20

R51/53: Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático. SP1: NO CONTAMINAR EL AGUA CON EL PRODUCTO NI CON SU ENVASE. (No limpiar el equipo de aplicación del producto, cerca de aguas superficiales. Evitese la contaminación a través de los sistemas de evacuación de aguas de las explotaciones o de los

SP3: Para proteger las plantas no objeto del tratamiento, respétese sin tratar una banda de seguridad de 5m. hasta la zona no cultivada.

El aplicador deberá utilizar guantes durante la mezcla/carga y aplicación, así como ropa de protección para el tronco y las piemas. Además, en las aplicaciones manuales deberán utilizar ropa impermeable para las piemas y botas impermeables. No entrar en las aéreas o cultivos tratados durante las primeras 24 horas tras la aplicación del producto. Durante las siguientes 24 horas se deberá usar ropa de protección y guantes de protección química adecuada. SP2: lávese toda la ropa de protección después de usarla.

#### **GESTION DE ENVASES**

Es obligatorio enjuagar enérgicamente tres veces, o mediante dispositivo de presión, cada envase de producto que se vacíe al preparar la dilución y verter las aguas al depósito del pulverizador. Este envase, una vez vacio después de utilizar su contenido, es un residuo peligroso por lo que el usuario está obligado a entregarlo en los puntos de recepción del Sistema integrado de gestión SIGFITO.

### SOLEM

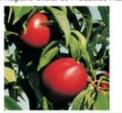
### **GLIFOSATO 36%**

#### HERBICIDA SISTEMICO NO SELECTIVO

GLIFOSATO (sal isopropilamina).....36% p/v (360 gr/L) (contiene tallowamina etoxilada nº CAS: 61791-26-2)

Inscrito en el Registro Oficial de Productos Fitosanitarios







#### Contenido neto 5 Lt

ANTES DE APLICAR EL PRODUCTO LEER DETENIDAMENTE LAS INSTRUCCIONES DE USO

USO RESERVADO A AGRICULTORES Y APLICADORES PROFESIONALES

A FIN DE EVITAR RIESGOS PARA LAS PERSONAS Y EL MEDIO AMBIENTE SIGA LAS INSTRUCCIONES DE USO



Lote de fabricación Fecha de fabricación:

#### QUÍMICAS SOLEM S.L.U Polysol Dos, 13 - 41500 Alcalá de Guadaira (Sevilla) Tel: 954 101 726 / Fax: 955 616 173 / e-mail: pedidos@químicassolem.com

#### CARACTERISTICAS

Es un herbicida no selectivo, de post-emergencia con acción sistémica de amplio espectro que suprime las malas hierbas gramineas y de hoja ancha anuales, bianuales y perennes, penetrando hasta sus órganos subterráneos (raíces, estolones, rizomas, etc.) que destruye igualmente.

#### APLICACIONES AUTORIZADAS

Controla malas hierbas en post-emergencia. Aplicar mediante equipos accionados por tractor en pulverización hidráulica (100-400 l/Ha. de caldo -- dosis máx. 10 l/Ha) y centrifuga (20-30 l/Ha. de caldo - dosis max. 6 l/Ha) o manuales con pulverización hidráulica (dosis max.10 l/Ha; no se podrá diluir en un volumen de caldo inferior a 325 litros) y con pulverización centrifuga (dosis max. 3 l/Ha); no se podrá diluir en volumen de caldo inferior a 25 L).

Por riesgo de fitotoxicidad no mojar las partes verdes de los cultivos.

En olivo de almazara, para facilitar la recolección se puede efectuar un único tratamiento en el ruedo del árbol a dosis de 3 VHa, realmente tratada y con un plazo de seguridad de 7 días.

No realizar tratamientos con dosis menores de 1,8 Kg de s.a/Ha en terrenos forestales si existen setas silvestres en la zona tratada.

#### DOSIS Y MODO DE EMPLEO

En caminos, linderos y márgenes de acequias y cultivos: aplicar a dosis de 5-10% observar las precauciones indicadas para los correspondientes cultivos o plantaciones adyacentes. En Canales de Riego: a la dosis de 5-10% sólo en nárgenes o previo corte de agua en el cauce, dejando un plazo de al menos 7 días antes de hacer circular el agua de nuevo. En Cortafuegos: (3-10 l/ha) cuando las infestantes sean gramineas anuales en estado de crecimiento precoz, puede reducirse la dosis hasta 1,5 l/ha. En Herbáceas extensivas e intensivas contra malas hierbas anuales: Tratar únicamente en presiembra del cultivo. En el caso de que las infestantes sean gramíneas anuales en estado de crecimiento precoz. Dosis normal entre 3-6 l/ha contra malas hierbas anuales. En Herbáceas extensivas e intensivas contra malas hierbas Vivaces: Tratar únicamente en presiembra del cultivo. Dosis normal entre 6-10 liha contra malas hierbas vivaces. En Leñosas contra malas nierbas Anuales: sólo en cultivos de porte no rastrero, de más de 3-4 años y una aplicación dirigida. Cuando las infestantes sean gramineas anuales en estado de recimiento precoz. Dosis normal entre 3-6 l/ha contra malas hierbas anuales. En Leñosas contra malas hierbas Vivaces: sólo en cultivos de porte no rastrero, de más de 3-4 años, en aplicación dirigida. Dosis normal entre 6-10 liha contra malas hierbas vivaces. En Praderas: sólo en aplicaciones puntuales para tratar malezas leñosas o en zonas localizadas para tratar malas hierbas cuando se pretenda la regeneración de las praderas o pastizales. Dosis de 5-10%

#### PLAZO DE SEGURIDAD

Días que han de transcurrir, como mínimo, entre el último tratamiento y la recolección de plantas o frutos con destino a consumo humano o ganadero, y, en su caso, entrada de ganados: NO PROCEDE.

#### **ADVERTENCIAS**

Las recomendaciones e información que facilitamos, son fruto de amplios y rigurosos estudios y ensayos. Sin embargo, en la utilización pueden intervenir numerosos factores que escapan a nuestro control (preparación de mezclas, aplicación, climatología, etc.). La empresa garantiza la composición, formulación y contenido. El usuario será responsable de los daños causados (falta de eficacia, toxicidad en general, residuos, etc.), por inobservancia total o parcial de las instrucciones de la etiqueta.

Color: categoría toxicológica



### Cultivos GM en el mundo: lo que hay y lo que se viene

Maíz, Soja, Algodón, Canola, Papaya, Calabacín amarillo, Remolacha azucarera, Alfalfa, Clavel, Rosa, Álamo, Caña de azúcar, Berenjena, Papa, Manzana, Piña, Cártamo, Poroto, Arroz, Trigo, Tomate R. insectos, T. herbicidas, R. virus, T. sequía, Color, Menos pardeamiento, Menos asparagina, Menos lignina, Quimosina, Composición (aceites, pro-vitamina A), antioxidantes

Pimiento, Eucaliptus, Cítricos, Banana, Maní, Garbanzo, Mandioca, Mostaza, Sorgo, Repollo, Lechuga, otros Lanzamiento

Evaluación bioseguridad

Ensayos a campo

Laboratorio

Composición (almidón, aminoácidos, fibra, micronutrientes), Maduración retardada, Lignina-celulosa, Rendimiento, Salinidad, Uso de nitrógeno, R. bacterias, hongos, nematodos, T. heladas, calor otros

### Berenjena Bt

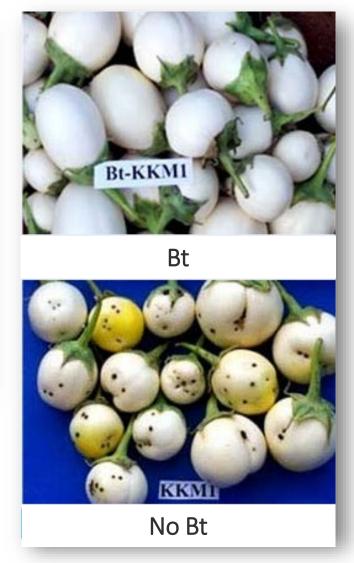
No Bt

Bt



Mahyco Co. (India) - gen cry1Ac

**2001-2007:** los ensayos a campo demostraron que resiste a la plaga y requiere 77% menos insecticida





### Poroto Caupí resistente a insectos (Bt)



# Game-changing GM crop finally planted in Nigeria

After decades of research, Nigeria's farmers are growing a GM version of their staple legume that will help millions combat hunger and poverty.

- El caupí Bt reduce el uso de pesticidas en un 75%
- Aumenta el rendimiento hasta en un 20 %.



TJ Higgins (right) and African colleagues examine a Bt cowpea field trial in Ghana. Credit: Mumuni Abudulai

MORE ON: AFRICAN FARMING
Paint eyes on a cow's butt
to stop lion attacks

Last July, for the first time, subsistence farmers in Nigeria planted a new variety of genetically modified (GM) cowpea – and it promises to bolster food security for over 200 million Nigerians.

This follows a decision made in December 2019, when Nigeria became the first country in the





### Mandioca (yuca) GM resistente a virus



- Desarrollada por la Organización de Investigación Agrícola y Ganadera de Kenia (KALRO).
- Es resistente a la enfermedad viral del estriado marrón de la mandioca (CBSD).

Liberación ambiental aprobada en Kenia



#### Convencional

#### Transgénica

Wild-type











### Banano GM resistente al Fusarium oxysporum (TR4)

- Banano resistente a la enfermedad de Panamá, una enfermedad devastadora de los bananos que amenaza la producción mundial de banana
- Se le insertó el gen rga2 de un plátano diploide resistente a TR4
- Banana GM aprobada para plantación comercial en Australia y para consumo en Australia y NZ



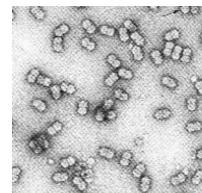
### Poroto GM resistente al mosaico dorado

### Embrapa - Brasil





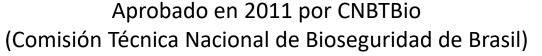
Mosca blanca



Virus del mosaico dorado



Llegó a los consumidores en 2021



## Desarrollos Argentinos

### Papa resistente al virus PVY

(Tecnoplant/CONICET)



Proteína de la cápside, tiene aprobación regulatoria

### Caña de azúcar tolerante a glifosato (EEOC y Chacra Experimental)

( ECONOMIAS REGIONALES ) Prevén una sustancial baja de costos

### Avanza la caña de azúcar transgénica

La Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres, de Tucumán, trabaja para su desregulación

#### FERNANDO BERTELLO LA NACION

En un plazo de dos o tres años. la Argentina podria contar para su producción con una caña de azúcar resistente al glifosato y a otros principios activos. La responsable de esta avanzada es la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (Eeaoc) de Tucumán, que ya se encuentra haciendo ensa-

Como ocurre con otros cultivos, en la caña las malezas también son un factor limitante de los rindes. Además, existen algunas malezas que son muy dificiles de controlar y requie ren múltiples aplicaciones.

Después de su plantación, la primera generación de este cultivo se dijo Ploper llama "caña planta" y luego, en los A modo de ejemplo, de no controlar-



"En definitiva, se espera un imaños siguientes, se denomina "soca". pacto económico por una reducción nales con el fin de asegurar que no invernadero y a campo. Todo esto se las malezas en "caña planta", se unción en el uso de agroquímicos de entre las lineas transformadas y la ra en Biotecnología Agropecuaria sintesis, con el correspondiente be- variedad convencional que les dio



dio ambiente y se realizan observa- transgénico hay que pasar primero ciones morfológicas y composicio- una etapa de laboratorio y luego en del costo de producción y una dismi- existen diferencias significativas controlado por la Comisión Aseso-

berada comercialmente en el mundo. En la Argentina se está trabajando activamente para poder desregular variedades transgênicas, por lo que podría ser el primer país del mundo en hacerlo", contó el director técnico de la Eeaoc de Tucumán.

Experimental Agricola Santa Rosa [organismo privado de Salta que depende de ingenios] también está trapajando en el tema.

"Ambas instituciones tienen programas propios de mejoramiento de caña de azúcar y de obtención de variedades transgénicas, pero están encarando en forma conjunta el proceso de desregulación de un evento transgénico. Todo esto tendiente a lograr la comercialización de variedades transgénicas de caña de azúcar en Argentina en el corto y mediano plazo", indicó Ploper.

Para el experto, en 2 a 3 años se



# Desarrollos Argentinos

### Soja y trigo con tolerancia a sequía

(Indear, Argentina)





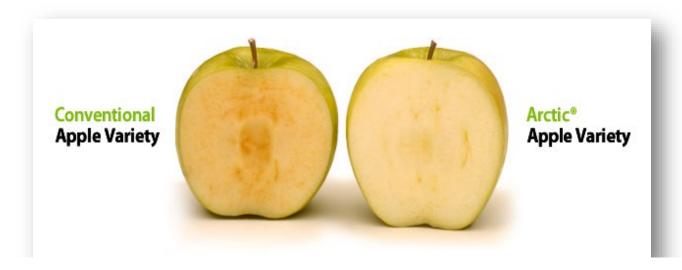
Con aprobación regulatoria

Con aprobación regulatoria



## Mejoras en la calidad: manzana Arctic®

 Menos pardeamiento y magulladuras o manchas oscuras (menos descarte)



Silenciamiento del gen de la enzima polifenol oxidasa por RNA de interferencia - RNAi

Aprobadas en EEUU y Canadá y ya disponibles en EEUU





# Mejoras en la calidad: papa Innate

 Menos pardeamiento y magulladuras o manchas oscuras (menos descarte)

 Menos asparagina (menos acrilamida durante la cocción a altas temperaturas)

Aprobada en EEUU y Canadá y ya disponibles en EEUU



Innate Convencional

10 horas después de cortadas Silenciamiento del gen de la enzima polifenol oxidasa por RNA de interferencia - RNAi



# Mejoras en la calidad: ananá Pinkglow<sup>TM</sup>



Disponible en EEUU

- Más dulce
- Mayor contenido de licopeno

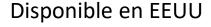


# Mejoras en la calidad: tomate morado



- Altos niveles de antocianinas (compuestos antioxidantes) con beneficios para la salud reconocidos
- Vida útil más larga
- Mismo sabor que un rico tomate
- Atractivos en platos y ensaladas







### Flores

Retardo de la senescencia

Las dos flores tienen ocho días de post-cosecha



Modificación de la arquitectura floral



Control genético del número de órganos florales en Petunia



Modificación del color Rosas y claveles azules







# Eliminación o disminución de factores anti-nutritivos, toxinas o alérgenos

- Alérgenos en maní y en soja
- Gliadinas en trigo (enfermedad celíaca)
- Café con menos cafeína
- Glucósidos cianogénicos en mandioca





# Modificación de la proporción de nutrientes

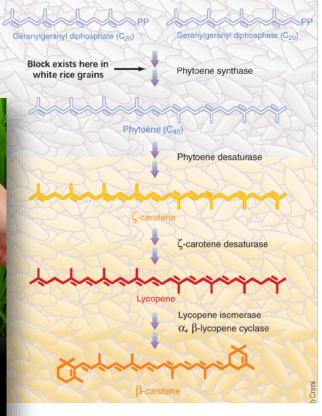
- Soja con más aceite
- Aceites con más ácido oleico ✓
- Aceites con omega-3
- Papa y batata con más proteínas
- Papa con más almidón
- Maíz con más lisina o metionina





### **Arroz Dorado**





http://www.goldenrice.org



Filipinas 2013: ensayos de desempeño y para compilar datos regulatorios necesarios para aprobación comercial

- El arroz dorado es seguro para el consumo
- El beta-caroteno, precursor de la vitamina A, está biodisponible en el grano
- Una taza de arroz dorado cubre la mitad de las necesidades diarias



### 



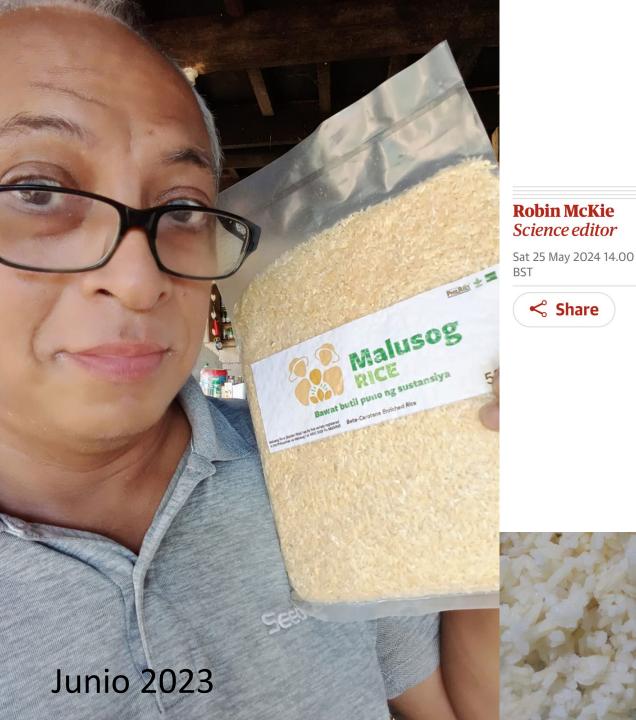
Agosto 2013, ensayo de arroz dorado destruido por "activistas" en el Instituto Internacional de Investigación en Arroz, Filipinas



**21 de julio, 2021**, Arroz Dorado aprobado para siembra comercial en Filipinas.

En **2022** se cosecharon más de 100 toneladas de arroz dorado, en **17 sitios de producción** en Filipinas.





# 'A catastrophe': Greenpeace blocks planting of 'lifesaving' Golden Rice

Thousands of children could die after court backs campaign group over GM crop in Philippines, scientists warn



Una tecnología que contribuye a salvar vidas está nuevamente bloqueada

# Berenjena Bt





Desde 2014 en **Bangladesh** cultivan berenjena Bt

Año	Superficie (ha)	Productores
2014	12	120
2015	25	250
2016	700	2.500
2017	2.400	27.000



# ¡Ciencia y tecnología no es lo mismo!

### (historia de la penicilina)

1928

Descubrimiento

Purificación

Pruebas en ratones

Condiciones de cultivo y nuevas cepas - escalado a planta piloto

Participación de las empresas farmacéuticas - escalado a planta comercial

Ensayos clínicos

Primera planta comercial

Sir Alexander Fleming

American







Florey

American Chemical Society International Historic Chemical Landmarks. Discovery and Development of Penicilina

1944



El mundo evoluciona

¡Muchas gracias!

Argenisio Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología

Visitanos: www.argenbio.org www.porquebiotecnologia.com.ar

Seguinos:



https://www.instagram.com/argenbio/



https://www.linkedin.com/company/argenbio/





https://x.com/argenbiooficial

Escribinos:



info@argenbio.org

