

A stylized graphic of a plant with a thick, dark green trunk and several large, light green leaves. The leaves are arranged in a fan-like pattern, with some overlapping. The background is a solid dark green.

Biotecnología, Es hora de comprender más y temer menos

Capítulo 4: Cultivos transgénicos

Video 2

2024

ArgenBio

Capítulo 4:

Video 1

Video 2

Uno

Los cultivos
transgénicos en
el contexto del
mejoramiento
vegetal

Dos

Transformación
genética de
plantas

Tres

Regulación de
cultivos
transgénicos

Cuatro

Situación actual
y desarrollos de
cultivos
transgénicos

4. Situación actual y desarrollos de cultivos transgénicos



Cultivos transgénicos en el mundo

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	

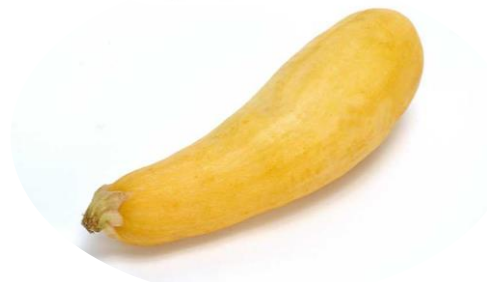
17 millones de agricultores de 29 países sembraron cultivos GM en 190,4 millones ha en 2019

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

Fuente: ISAAA, 2019



Cultivos transgénicos en el mundo



Cultivos transgénicos en el mundo

T. HERBICIDAS



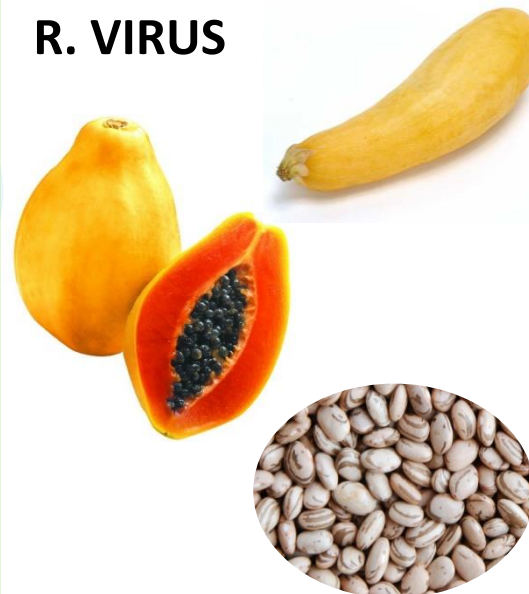
R. INSECTOS



T. SEQUIA



R. VIRUS



CALIDAD



CULTIVOS TRANSGÉNICOS SEMBRADOS

CULTIVO																	
CARACTERÍSTICA	SOYA (SOJA) TH	SOYA (SOJA) TH/RI	SOYA (SOJA) TS/TH	MAÍZ TH/RI	MAÍZ TH	MAÍZ RI	ALGODÓN TH/RI	ALGODÓN TH	TRIGO TS/TH	ALFALFA Baja lignina/TH	CANOLA TH	CAÑA DE AZÚCAR RI	FRIJOL (poroto) RV	PIÑA (ananá) Rosada	CLAVEL Azul	ROSA Azul	CÁRTAMO* Para quimosina
Argentina																	
Bolivia																	
Brasil																	
Chile **																	
Colombia																	
Costa Rica **																	
Cuba																	
Ecuador																	
El Salvador																	
Guatemala																	
Honduras																	
México																	
Nicaragua																	
Panamá																	
Paraguay																	
Perú																	
Rep. Dominicana																	
Uruguay																	
Venezuela																	

■ Siembra transgénicos

■ No siembra transgénicos

TH: tolerante a herbicidas

TS: tolerante a sequía

RI: resistente a insectos

RV: resistente a virus

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

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

Los cultivos GM en Argentina, hoy



● Resistencia a insectos

● Tolerancia a herbicida



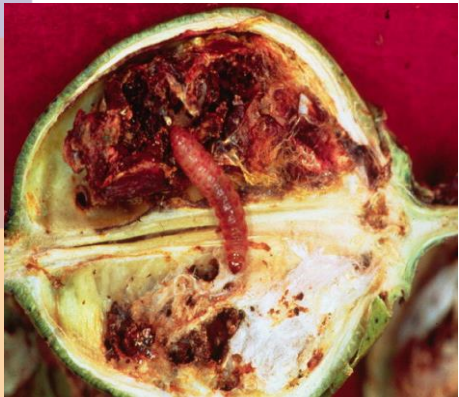
También hay alfalfa transgénica, con menor contenido de lignina y TH, y trigo tolerante a sequía y TH en una superficie pequeña

Para conocer más de cultivos transgénicos en Argentina visitar: <http://argenbio.org/cultivos-transgenicos>

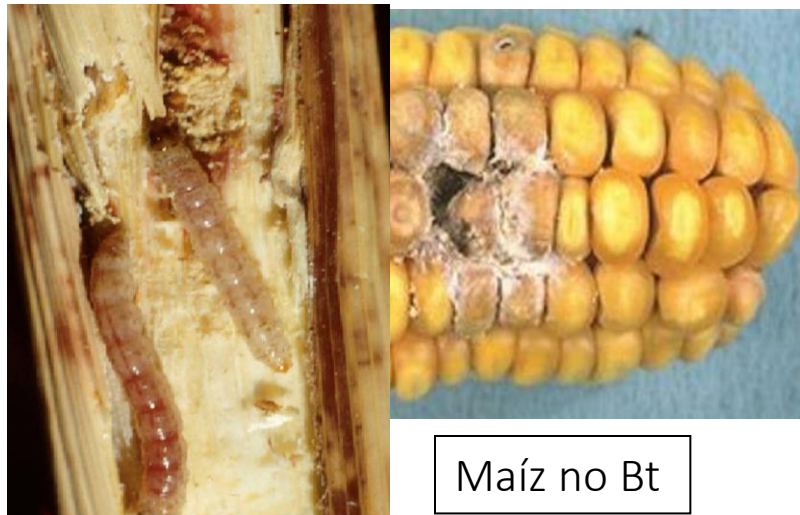


Resistencia a insectos: toxina Bt de *Bacillus thuringiensis*

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



Algodón no Bt



Maíz no Bt



Maíz Bt

Maíz no Bt



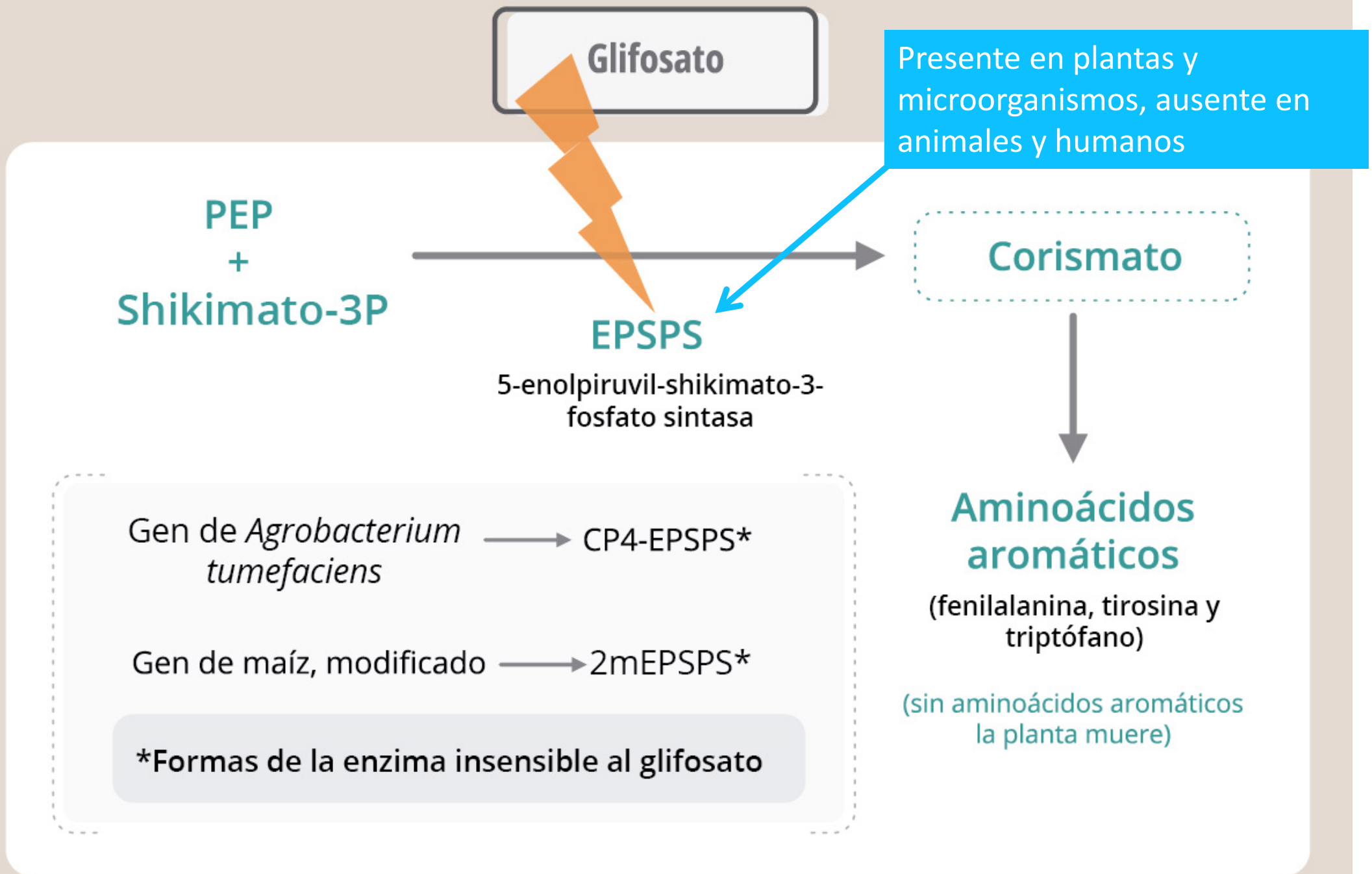
Soja Bt

Soja 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





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

Xn
X
Nocivo

N
N
Peligroso para el medio ambiente

Nocivo, peligroso para el medio ambiente.
R20: Nocivo por inhalación.
R41: Riesgo de lesiones oculares graves.
S36/37/39: Utilizar ropa de protección adecuada, guantes y gafas/pantalla protectora de los ojos/de la cara.
S26: En caso de contacto con los ojos, lávese inmediata y abundantemente con agua y acúdase a su médico.
S2: Manténgase fuera del alcance de los niños.
S13: Manténgase lejos de alimentos, bebidas y pienso.
S23: No respirar los gases, humos, vapores, aerosoles.

S45: EN CASO DE ACCIDENTE O MALESTAR, ACUDA INMEDIATAMENTE AL MÉDICO
(si es posible, muéstrela la etiqueta)

RECOMENDACIONES PARA CASOS DE INTOXICACIÓN O ACCIDENTE
Primeros auxilios
Retire a la persona de la zona contaminada. Quite inmediatamente la ropa manchada o salpicada. Lave los ojos y la piel con abundante agua al menos durante 15 minutos, no olvide retirar las lentillas. Lave la piel con abundante agua y jabón sin frotar. No administre nada por vía oral. En caso de ingestión, No provoque el vómito. Mantenga al paciente en 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, acuéstela 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 etiqueta o envase.

NO DEJE SOLO AL INTOXICADO EN NINGÚN CASO
EN CASO DE INTOXICACIÓN 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. Evítese la contaminación a través de los sistemas de evacuación de aguas de las explotaciones o de los caminos).

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 piernas. Además, en las aplicaciones manuales deberán utilizar ropa impermeable para las piernas 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.

GESTIÓN DE ENVASES
Es obligatorio enjuagar energicamente tres veces, o mediante dispositivo de presión, cada envase de producto que se vacie al preparar la dilución y verter las aguas al depósito del pulverizador. Este envase, una vez vacío 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 CONCENTRADO EMULSIONABLE (SL)

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

DISTRIBUIDO POR:

SOLEM

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

Lista de fabricación:
Fecha de fabricación:

CARACTERÍSTICAS
Es un herbicida no selectivo, de post-emergencia con acción sistémica de amplio espectro que suprime las malas hierbas gramíneas 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 centrífuga (20-30 l/Ha. de caldo - dosis máx. 6 l/Ha) o manuales con pulverización hidráulica (dosis máx. 10 l/Ha; no se podrá diluir en un volumen de caldo inferior a 325 litros) y con pulverización centrífuga (dosis máx. 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 l/Ha, 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 márgenes 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 gramíneas 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 presiembrá 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 presiembrá del cultivo. Dosis normal entre 6-10 l/Ha contra malas hierbas vivaces. En Leñosas contra malas hierbas Anuales: sólo en cultivos de porte no rastrero, de más de 3-4 años y una aplicación dirigida. Cuando las infestantes sean gramíneas anuales en estado de crecimiento 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 l/Ha 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

Ejemplo de etiqueta



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

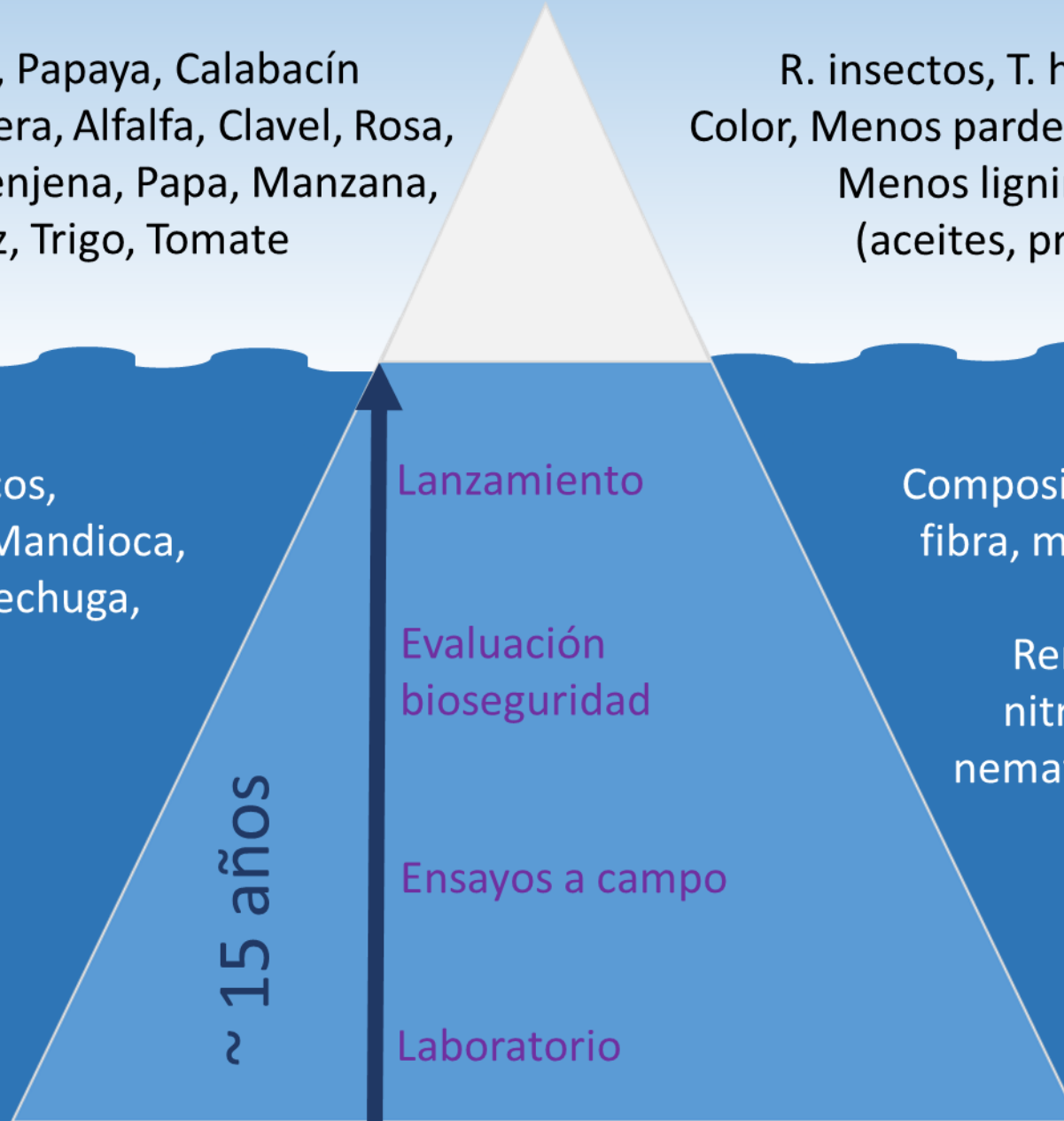


Maíz, Soja, Algodón, Canola, Papaya, Calabacín amarillo, Remolacha azucarera, Alfalfa, Clavel, Rosa, Álamo, Caña de azúcar, Berenjena, Papa, Manzana, Piña, Cártamo, Poroto, Arroz, Trigo, Tomate

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

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



~ 15 años

Lanzamiento

Evaluación
bioseguridad

Ensayos a campo

Laboratorio

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



Bt



No Bt

Poroto Caupí resistente a insectos (Bt)



31 August 2021 / Elizabeth Finkel

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.



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

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



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

Wild-type

Transgénica

RGA2-3



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

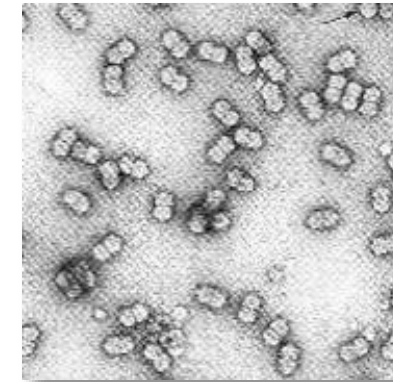


Poroto GM resistente al mosaico dorado

Embrapa - Brasil



Mosca blanca



Virus del mosaico dorado



Aprobado en 2011 por CNBTBio
(Comisión Técnica Nacional de Bioseguridad de Brasil)

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 podría 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 (Eeoc) de Tucumán, que ya se encuentra haciendo ensayos a campo.

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 difíciles de controlar y requieren múltiples aplicaciones.

Después de su plantación, la primera generación de este cultivo se llama "caña planta" y luego, en los años siguientes, se denomina "soca". A modo de ejemplo, de no controlarse las malezas en "caña planta", se puede llegar a perder hasta un 80%



El experto Daniel Ploper

un par de aplicaciones de glifosato", dijo Ploper.

"En definitiva, se espera un impacto económico por una reducción del costo de producción y una disminución en el uso de agroquímicos de síntesis, con el correspondiente be-



Cañaveral transgénico resistente al glifosato

las líneas transformadas con el medio ambiente y se realizan observaciones morfológicas y composicionales con el fin de asegurar que no existen diferencias significativas entre las líneas transformadas y la variedad convencional que les dio

cordar que para obtener un producto transgénico hay que pasar primero una etapa de laboratorio y luego en invernadero y a campo. Todo esto controlado por la Comisión Asesora en Biotecnología Agropecuaria (Conabia) y el Senasa.

na variedad de caña transgénica liberada comercialmente en el mundo. En la Argentina se está trabajando activamente para poder desregular variedades transgénicas, por lo que podría ser el primer país del mundo en hacerlo", contó el director técnico de la Eeoc de Tucumán.

Además de la Eeoc, la Chacra Experimental Agrícola Santa Rosa [organismo privado de Salta que depende de ingenios] también está trabajando 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 podrían estar desregulando comer-

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



https://www.youtube.com/watch?v=SVv8G4GUGoA&feature=emb_title

Mejoras en la calidad: papa Innate

- Menos pardeamiento y magulladuras o manchas oscuras (menos descarte)
- Menos asparragina (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™



- Más dulce
- Mayor contenido de licopeno

Disponible en EEUU

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

Disponible en EEUU



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

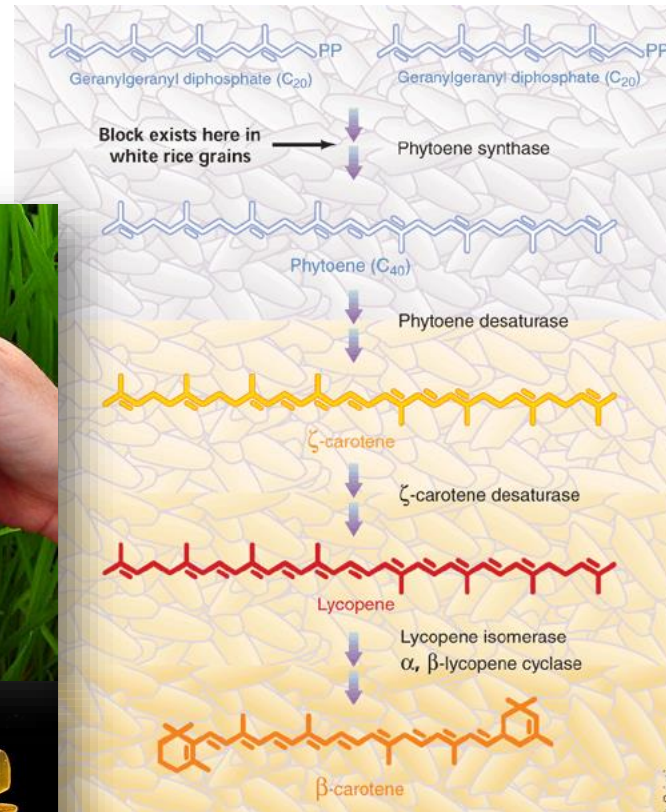


Modificación de la proporción de nutrientes

- 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

Arroz Dorado ✓



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.

Berenjena Bt



India “celebra” la moratoria para la 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

1944



Sir Alexander
Fleming



Ernst Boris Chain



Sir Howard Walter
Florey

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

El mundo

evoluciona

¡Muchas gracias!

ArgenBio

Consejo Argentino para la Información
y el Desarrollo de la Biotecnología

Visítanos: www.argenbio.org

www.porquebiotecnologia.com.ar

Seguinos:



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



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



<https://www.facebook.com/ArgenBio/>



<https://twitter.com/argenbiooficial>

Escribinos:



info@argenbio.org

