



## 2020: el año en que los cultivos transgénicos cumplen 25 años

**Datos de adopción en Argentina y en el mundo (Campaña 2018/2019), características incorporadas y beneficios a lo largo de 25 años.**

A continuación, se muestra la información más actualizada sobre la adopción de cultivos transgénicos, también llamados genéticamente modificados (GM), en Argentina y en el mundo. Para los datos globales, se tomaron los brindados por ISAAA (el Servicio para la Adquisición de Aplicaciones Agro- biotecnológicas - [www.isaaa.org](http://www.isaaa.org)), que informa los datos de adopción de cultivos transgénicos en el mundo. Los datos locales corresponden al Relevamiento de Tecnología Agrícola Aplicada (ReTAA) de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires y al MAGyP. Toda esta información también está disponible y se actualiza anualmente en [www.argenbio.org](http://www.argenbio.org) y en las páginas web de las instituciones mencionadas.

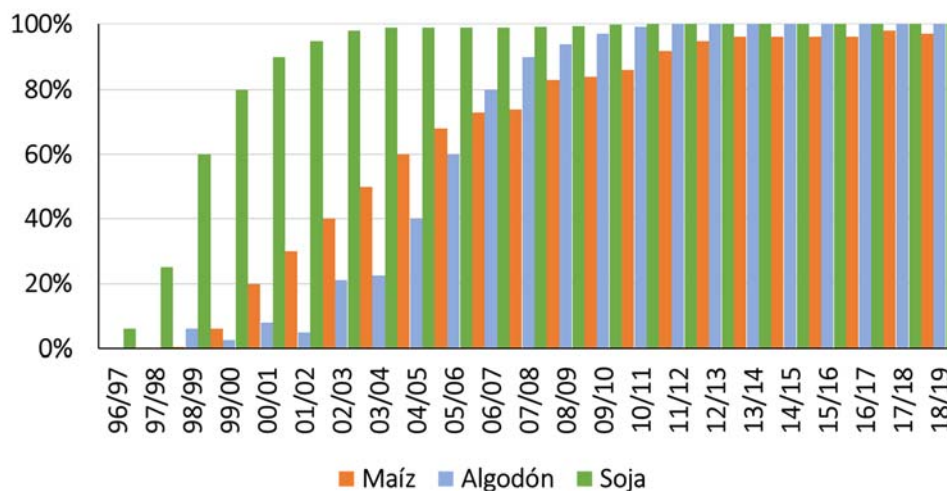
### **Situación actual en Argentina**

Argentina se encuentra entre los países pioneros en la adopción de cultivos transgénicos. De hecho, la tasa de adopción de cultivos GM es una de las más altas en cuanto a adopción de tecnologías en el sector agropecuario argentino, mayor inclusive a la observada años atrás con la incorporación de los híbridos de maíz. Los niveles de adopción indican un alto grado de satisfacción por parte del agricultor con respecto a los productos de la biotecnología agrícola que ofrece, además de la disminución de los costos, otras ventajas, como mayor flexibilidad en el manejo de los cultivos, disminución en el uso de insecticidas, mayor rendimiento y mejor calidad.

Según el último informe de ISAAA, Argentina continúa siendo uno de los principales países productores de cultivos transgénicos, después de EEUU y Brasil, sembrando alrededor de 24 millones de hectáreas, lo que representa el 12-13% del área global cultivada con transgénicos. **En Argentina podemos decir que estamos en el techo de adopción de la tecnología, porque prácticamente el 100% de la soja y el algodón, y más del 97% del maíz que se cultivan en nuestro país son transgénicos.** El gran nivel de adopción de los cultivos transgénicos disponibles es algo que también se repite en los principales países que cultivan OGM:



### Argentina: evolución de la superficie de cultivos GM (como % del total de cada cultivo)



Evolución de la superficie sembrada en Argentina con soja, maíz y algodón transgénicos, expresada como porcentaje de sus respectivas áreas totales. Fuente: ArgenBio a partir de datos de ReTAA Bolsa de Cereales.



## ¿Cómo se evalúan y aprueban los cultivos transgénicos?

Para poder ser adoptados por los agricultores, los cultivos transgénicos deben tener la aprobación de las autoridades regulatorias correspondientes. La aprobación para la comercialización de un cultivo transgénico en Argentina está a cargo las autoridades de la Secretaría de Alimentos y Bioeconomía (MAGyP), y se basa en los informes técnicos elaborados por tres Direcciones y sus Comisiones Asesoras. La Dirección de Biotecnología y la CONABIA evalúan los posibles riesgos que puede causar la introducción del cultivo transgénico en los agroecosistemas. El Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) y el Comité Técnico Asesor para el uso de OGM (CTAUOGM) evalúan los riesgos potenciales para la salud humana y animal derivados del consumo, como alimento, del cultivo transgénico o sus subproductos. Finalmente, la Dirección de Mercados Agrícolas determina la conveniencia de la comercialización del cultivo transgénico de manera de evitar potenciales impactos negativos en las exportaciones argentinas. Luego de considerar los tres informes técnicos mencionados, el Secretario de Alimentos y Bioeconomía toma la decisión final y autoriza la siembra, consumo (humano y animal) y comercialización del cultivo GM evaluado.

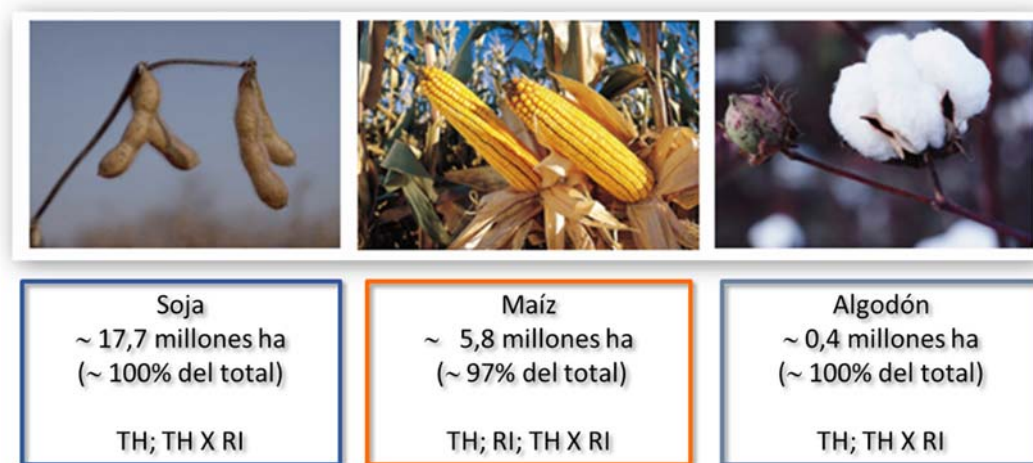




## ¿Qué características tienen los cultivos transgénicos adoptados en la Argentina?

De los cultivos transgénicos aprobados en la Argentina (<https://www.argentina.gob.ar/ogmcomerciales>), los que hoy se comercializan y están ampliamente adoptados en el país son la soja, el maíz y el algodón. Las características presentes en estos cultivos son la tolerancia a herbicidas y la resistencia a insectos (Bt), y se encuentran solas o combinadas. La tendencia, en todos los casos, es a combinar características en el mismo cultivo.

### Argentina: cultivos GM campaña 2018/2019



TH: tolerancia a herbicida, RI: resistencia a insectos

Superficie total con cultivos transgénicos en Argentina 2018/2019 ~ 24 millones ha

Fuente: ArgenBio, a partir de los datos de ReTAA Bolsa de Cereales y MAGyP

### Soja tolerante al herbicida glifosato

La soja es la oleaginosa de mayor importancia económica en el mundo y fue el primer cultivo en el mercado argentino en incorporar una característica a través de transgénesis en 1996. La soja transgénica tolerante a glifosato ha sido mejorada por ingeniería genética para sobrevivir a las aplicaciones de herbicidas a base de glifosato. El glifosato es un principio activo herbicida que controla un amplio espectro de malezas. El glifosato provoca la muerte de las plantas sensibles a él ya que inhibe la acción de la enzima 5-enolpiruvilsikimato-3-fosfato sintasa



(EPSPS) implicada en la síntesis de aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina y triptófano), esenciales para la síntesis proteica en las plantas.

La soja transgénica tolerante a glifosato se obtuvo al insertarle a la planta un gen extraído de la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*. Este gen codifica para la síntesis de una forma de la enzima EPSPS que no es afectada por el glifosato. Al no poder unirse el herbicida a la enzima EPSPS producida por el gen bacteriano, la enzima sigue funcionando normalmente y la planta de soja sobrevive a la aplicación de glifosato. Esta característica permite aplicar glifosato sobre el cultivo de soja tolerante a glifosato para controlar las malezas sin afectar al cultivo.

La soja transgénica tolerante a glifosato se complementa muy bien con prácticas de labranza conservacionistas, como la siembra directa, contribuyendo a la conservación del suelo, simplificación de manejo y reducción de costos de producción.

### **Soja resistente a insectos y tolerante a herbicidas**

En el año 2012 se aprobó en nuestro país la soja con las características de resistencia a insectos (Bt) y tolerancia a glifosato combinadas, y se empezó a cultivar en la campaña 2013/14. La resistencia a insectos se obtuvo por ingeniería genética para brindar protección frente a ciertas plagas de lepidópteros a través de la expresión, en sus tejidos, de proteínas insecticidas. La denominación Bt deriva del organismo donante de la característica que es *Bacillus thuringiensis*, una bacteria que normalmente habita el suelo y cuyas esporas contienen proteínas específicas, denominadas Cry, que son tóxicas para ciertos insectos. La inserción del gen que codifica para la proteína Cry1Ac le otorga al cultivo de soja protección principalmente contra: oruga de las leguminosas (*Anticarsia gemmatalis*), falsa medidora (*Chrysodeixis includens*), oruga medidora (*Rachiplusia nu*), oruga bolillera (*Helicoverpa gelotopoeon*) y barrenador del brote (*Crociosema aporema*). Las proteínas Cry son inocuas para mamíferos, pájaros e insectos no-blanco.

### **Maíz tolerante a herbicidas**

El maíz es uno de los tres cultivos más importantes del mundo. El maíz transgénico tolerante a glifosato se obtuvo por introducción del gen de la enzima EPSPS de maíz, pero con modificaciones en su secuencia para que la enzima resulte resistente al herbicida, o bien por introducción de un gen extraído de la bacteria *Agrobacterium tumefaciens* que codifica para una forma de la enzima EPSPS insensible al glifosato. Como en el caso de la soja, esta característica permite flexibilizar el manejo de malezas que afectan al cultivo de maíz.



También hay en el mercado maíz transgénico tolerante al herbicida glufosinato de amonio. Este maíz tiene agregado un gen proveniente de la bacteria *Streptomyces viridochromogenes* que codifica para la enzima PAT que inactiva al glufosinato de amonio. En muchos casos, la tolerancia a glufosinato de amonio está combinada con la tolerancia a glifosato en la misma planta.

Los beneficios que presenta el maíz tolerante a herbicidas se centran en la posibilidad que tiene el agricultor de elegir entre más opciones de herbicidas el que mejor se ajuste a las malezas presentes sin dañar a su cultivo.

### **Maíz resistente a insectos (maíz Bt)**

La biotecnología ofrece en la actualidad una solución efectiva contra ciertos lepidópteros, como el barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*), el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y la oruga o isoca de la espiga (*Helicoverpa zea*) que constituyen las principales plagas del maíz en nuestro país. Hay también insectos coleópteros, como la vaquita de San Antonio (*Diabrotica speciosa*), cuyas larvas subterráneas dañan a las raíces del maíz.

Mediante técnicas de ingeniería genética se ha logrado que las plantas de maíz produzcan proteínas insecticidas que eliminan a las larvas de ciertos insectos plaga que se alimentan de sus hojas, tallos o raíces. A este maíz transgénico se lo denomina maíz Bt ya que los genes que codifican para las proteínas insecticidas, y que se introducen en la planta mediante ingeniería genética, provienen de *Bacillus thuringiensis*.

*Bacillus thuringiensis* es una bacteria que habita normalmente el suelo y contiene unas proteínas tóxicas para ciertos insectos. Estas proteínas, denominadas Cry, se activan en el sistema digestivo de la larva y se adhieren a su epitelio intestinal. Esto provoca la parálisis del sistema digestivo del insecto plaga, que deja de alimentarse y muere a los pocos días.

Más recientemente también se han incorporado al maíz genes para otras proteínas insecticidas, las denominadas Vip. En lugar de producirse en las esporas de *Bacillus thuringiensis*, las proteínas Vip forman parte de las estructuras cristalinas que aparecen durante la fase vegetativa de la bacteria. Al igual que las proteínas Cry, se unen específicamente a receptores del sistema digestivo de los insectos plaga que controlan.

En resumen, el maíz Bt es un maíz transgénico que produce en sus tejidos proteínas Cry y/o Vip. Así, cuando las larvas de los insectos plaga intentan alimentarse de la



hoja o del tallo del maíz Bt, mueren. Las proteínas Cry y Vip son inocuas para mamíferos, pájaros e insectos no-blanco.

Por el momento, para control de lepidópteros, hay cinco proteínas Bt disponibles comercialmente en maíz (Cry1Ab, Cry1F, Cry1A.105, Cry2Ab y Vip3A) y dos proteínas para el control de coleópteros en maíz (Cry3A y Cry3Bb). Los primeros maíces Bt expresaban solo una proteína, pero la tendencia hoy en día es apilarlas para ampliar el espectro de control y contribuir a retrasar la selección de resistencia en insectos.

Los beneficios que presenta el maíz Bt se centran en la posibilidad que tiene el agricultor de cultivarlo reduciendo las aplicaciones de insecticidas, lo que constituye, además, un beneficio directo para el medio ambiente.

### **Maíz resistente a insectos y tolerante a herbicidas**

El primer maíz transgénico resistente a insectos y tolerante a herbicidas fue aprobado, en Argentina, en 2005 y a partir de ahí hubo varios materiales aprobados que presentan diferentes combinaciones de características.

La posibilidad de tener en una misma planta más de un rasgo ventajoso es un objetivo siempre buscado por los mejoradores, en este caso, se trata de la combinación de dos rasgos -de resistencia a insectos y de tolerancia a herbicidas- en maíz, lo que genéricamente se denomina una combinación, acumulación o apilamiento de rasgos (también llamado stack en inglés). En general, los rasgos se "apilan" por cruzamiento, donde se cruzan plantas que contienen uno o más rasgos cada una.

Así, esta combinación de rasgos de resistencia a insectos y tolerancia a herbicidas (glifosato y/o glufosinato de amonio) le otorga a las plantas de maíz una protección contra las tres principales plagas del maíz en nuestro país y permite el uso de herbicidas de amplio espectro para el control de malezas.

### **Algodón Bt y tolerante a herbicidas**

De la misma manera que la soja y el maíz Bt, el algodón Bt resulta de la incorporación de genes Cry, originarios de la bacteria *Bacillus thuringiensis*, al genoma del algodón. Así, el algodón Bt que se cultiva en la Argentina tiene el gen que codifica para la proteína Cry1Ac que le otorga resistencia a insectos (lepidópteros) y, en particular, a la oruga del capullo (*Helicoverpa gelotopoeon*), la oruga de la hoja del algodónero (*Alabama argillacea*) y la lagarta rosada (*Pectinophora gossypiella*).



La primera variedad de algodón Bt en el país se comercializó en 1998 y, desde aquel momento, los principales beneficios de su adopción fueron el aumento en los rendimientos debido al control de insectos, la reducción de los costos y la disminución del impacto ambiental y para la salud debido al menor número de aplicaciones de insecticidas.

El algodón tolerante a herbicidas (glifosato y glifosato/glufosinato de amonio) fue obtenido de la misma manera que el maíz y la soja, mencionados anteriormente.

El algodón que combina las características de resistencia a insectos y tolerancia a glifosato es una combinación de rasgos por cruzamiento.

### **Cártamo con expresión de pro-quimosina bovina en su semilla**

En 2017 se aprobó en Argentina el cártamo transgénico, un desarrollo local, que produce quimosina bovina en sus semillas. Se trata de la primera incorporación de un cultivo que produce una enzima de uso agroalimentario, en este caso la quimosina que es una enzima utilizada para la producción de quesos.

El cártamo es una planta de la familia de los cardos. Tradicionalmente, sus flores eran utilizadas en la industria de colorantes, el negocio de las especias y en medicinas, pero también es utilizado para obtener aceite vegetal extraído de sus semillas. El cártamo transgénico se produce en una pequeña superficie y para fines industriales en Argentina, ya que todo lo producido es procesado en una planta industrial diseñada especialmente para extraer y purificar la quimosina de la semilla con una alta eficiencia. La superficie sembrada con cártamo transgénico es ínfima en comparación con la de soja, maíz y algodón transgénicos, que son los cultivos ampliamente adoptados en agricultura extensiva.

### **Impacto de la adopción de cultivos transgénicos en la Argentina**

Como mencionamos anteriormente, el primer cultivo transgénico sembrado en Argentina fue la soja tolerante al glifosato en 1996. **En 2020 se cumplen 25 años de uso de cultivos transgénicos y el impacto de su rápida y amplia adopción es positivo.**

Gracias a los cultivos transgénicos se disminuyó el uso de insecticidas, se reemplazaron herbicidas por otros de menor toxicidad y su uso, bajo prácticas conservacionistas como la siembra directa, resultó en una menor erosión del suelo, menos emisiones de gases invernadero y una reducción en el uso de combustibles.





Además, el aumento de la productividad de los cultivos (podemos producir más en menos tierra), permitió preservar hábitats naturales y usar el agua y el suelo más eficientemente. Los agricultores, por su parte, se beneficiaron a través de la simplificación en el manejo, el aumento en los rendimientos y la disminución de los costos de producción.

Más allá del productor, la adopción de estos cultivos impacta positivamente en la economía del país como un todo, por las consecuencias sociales y económicas de la actividad y los incrementos en las exportaciones. Hoy en Argentina prácticamente todos los productores de soja, maíz y algodón usan variedades transgénicas, esto quiere decir que tanto los grandes, como los medianos y pequeños productores, pueden percibir los beneficios que brindan las tecnologías. Por otra parte, también nos beneficiamos los consumidores, porque las tecnologías de resistencia a insectos en maíz mejoran la calidad del grano y reducen los niveles de micotoxinas que podrían ser peligrosas para nuestra salud y la de los animales.

### **Situación actual en el mundo**

Según el último informe del ISAAA (ISAAA, 2018), 17 millones de agricultores de 26 países sembraron cultivos transgénicos en 191,7 millones de hectáreas en 2018. Esta superficie representa un aumento neto de 1% respecto de las 189,8 millones de hectáreas sembradas con cultivos transgénicos a nivel global en 2017.



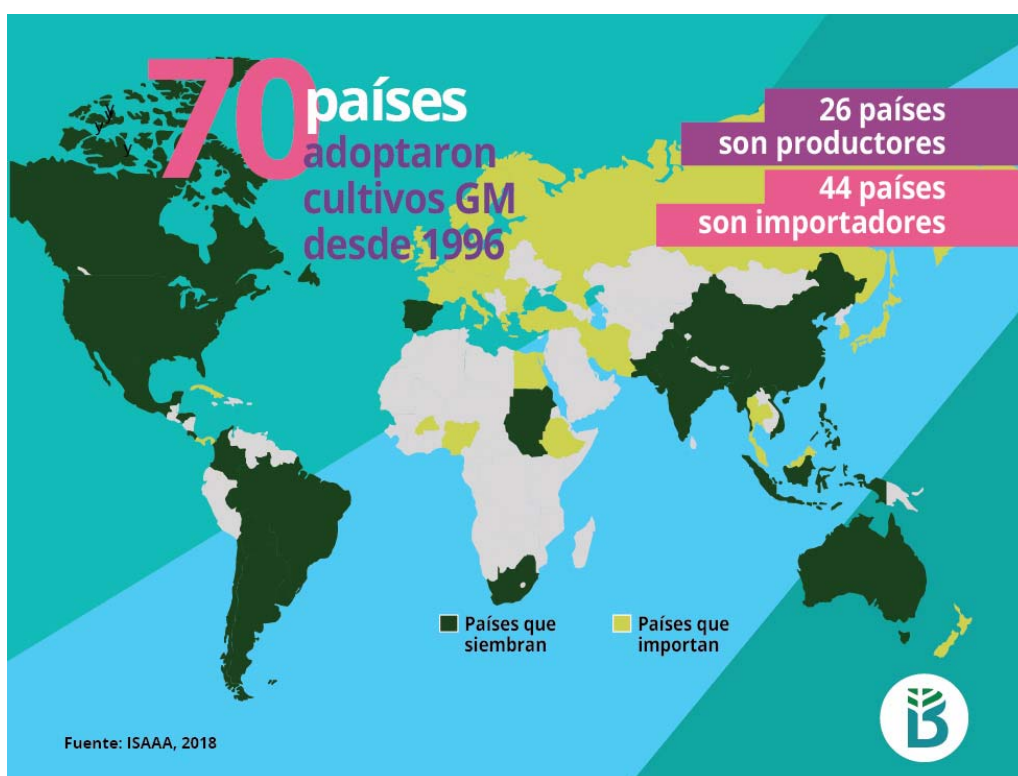
Consistentemente, desde el 2016, alrededor del 50% de las hectáreas sembradas con cultivos transgénicos en el mundo correspondieron a soja, el 31-33% a maíz, el 12-13% a algodón y el 5% a canola. El 1% restante de la superficie sembrada con cultivos transgénicos en el mundo correspondió a variedades transgénicas de alfalfa, remolacha azucarera, papaya, calabacín amarillo, berenjena, manzana, papa, caña de azúcar, piña/ananá, cártamo, clavel, y rosa.

Con respecto a las características, siguiendo las tendencias de años anteriores, en 2018 el 46% de la superficie total de cultivos transgénicos se sembró con cultivos tolerantes a herbicida (soja, maíz, canola, algodón, remolacha azucarera y alfalfa), el 12% con cultivos resistentes a insectos-Bt (maíz, algodón, berenjena y caña de azúcar) y el 42% con cultivos que contenían ambas características apiladas (maíz, algodón y soja). Es notable el aumento en la proporción del uso de cultivos que combinan la tolerancia a herbicidas y la resistencia a insectos con respecto a la adopción de cultivos con una sola característica a partir de 2015. También se sembraron, aunque en superficies mucho menores, cultivos resistentes a virus (papaya, calabacín amarillo), cultivos con tolerancia a sequía (maíz y caña de



azúcar), color azul (clavel, rosa), menos pardeamiento (papa y manzana), alto oleico (soja), color rosa (ananá/piña).

Los países que en 2018 sembraron cultivos transgénicos fueron 26 y, al menos 44 países, por más que no sembraron transgénicos, importaron y consumieron cultivos transgénicos y sus derivados.



Entre los principales países productores de cultivos transgénicos en 2018 hubo tanto países industrializados como países en desarrollo (ver Tabla 1). Los 11 países que sembraron más de 1 millón de hectáreas cultivaron, entre todos, más del 98% de la superficie mundial de transgénicos.

Los otros 15 países sembraron menos de 1 millón de hectáreas cada uno y fueron: Australia, Filipinas, Myanmar, Sudan, México, España, Colombia, Vietnam, Honduras, Chile, Portugal, Bangladesh, Costa Rica, Indonesia y eSwatini.



Tabla 1. Superficie sembrada con cultivos transgénicos en los principales países productores en 2018. Fuente: ISAAA 2018.

	millones ha
Estados Unidos	75
Brasil	51,3
Argentina	23,9
Canadá	12,7
India	11,6
Paraguay	3,8
China	2,9
Pakistán	2,8
Sudáfrica	2,7
Uruguay	1,3
Bolivia	1,3



### ACTIVIDADES

#### ACTIVIDADES Y RECURSOS EN [www.porquebiotecnologia.com.ar](http://www.porquebiotecnologia.com.ar)

Te invitamos a ingresar a <http://porquebiotecnologia.com.ar/materiales>, en este link encontrarás diversas actividades y recursos relacionados con los contenidos de este cuaderno. Te sugerimos especialmente estas 3:

- **Desafío transgénicos:** Una lámina que podés bajar e imprimir para analizar las características del maíz Bt y repasar qué cultivos transgénicos hay disponibles hoy.  
[http://www.argenbio.org/adc/uploads/Capacitaciones/Lamina\\_desafio\\_transgenicos.pdf](http://www.argenbio.org/adc/uploads/Capacitaciones/Lamina_desafio_transgenicos.pdf)
- **Transgénicos: Del Campo a la Mesa.** Una pequeña revista imprimible en blanco y negro que se puede trabajar en clase o en una charla de divulgación y resume los contenidos de este cuaderno. Qué cultivos transgénicos hay y qué características tienen.  
[http://porquebiotecnologia.com.ar/recursos/Revista\\_cultivos\\_transgenicos.pdf](http://porquebiotecnologia.com.ar/recursos/Revista_cultivos_transgenicos.pdf)
- **Infografías.** Si deseás repasar cómo se evalúa y aprueba un cultivo transgénico, estas infografías puede serte útiles para una clase o charla
  - Cultivos transgénicos del laboratorio a tu mesa  
[http://porquebiotecnologia.com.ar/recursos/Cultivo\\_transgenico\\_de\\_l\\_laboratorio\\_a\\_la\\_mesa.pdf](http://porquebiotecnologia.com.ar/recursos/Cultivo_transgenico_de_l_laboratorio_a_la_mesa.pdf)
  - ¿Qué significa OGM?  
[http://porquebiotecnologia.com.ar/recursos/Que\\_significa\\_OGM.pdf](http://porquebiotecnologia.com.ar/recursos/Que_significa_OGM.pdf)

**Recordá que podés bajar las preguntas frecuentes en este link:**

**Cultivos transgénicos, preguntas frecuentes. ¿Qué te preocupa?**

<http://www.porquebiotecnologia.com.ar/faqs>

### OTRAS ACTIVIDADES

#### ACTIVIDAD 1

Según un informe presentado por el Servicio Internacional para la Adquisición de Aplicaciones Agrobiotecnológicas (ISAAA, según sus siglas en inglés), el área global de cultivos transgénicos en 2018 fue de 191,7 millones de hectáreas, de los



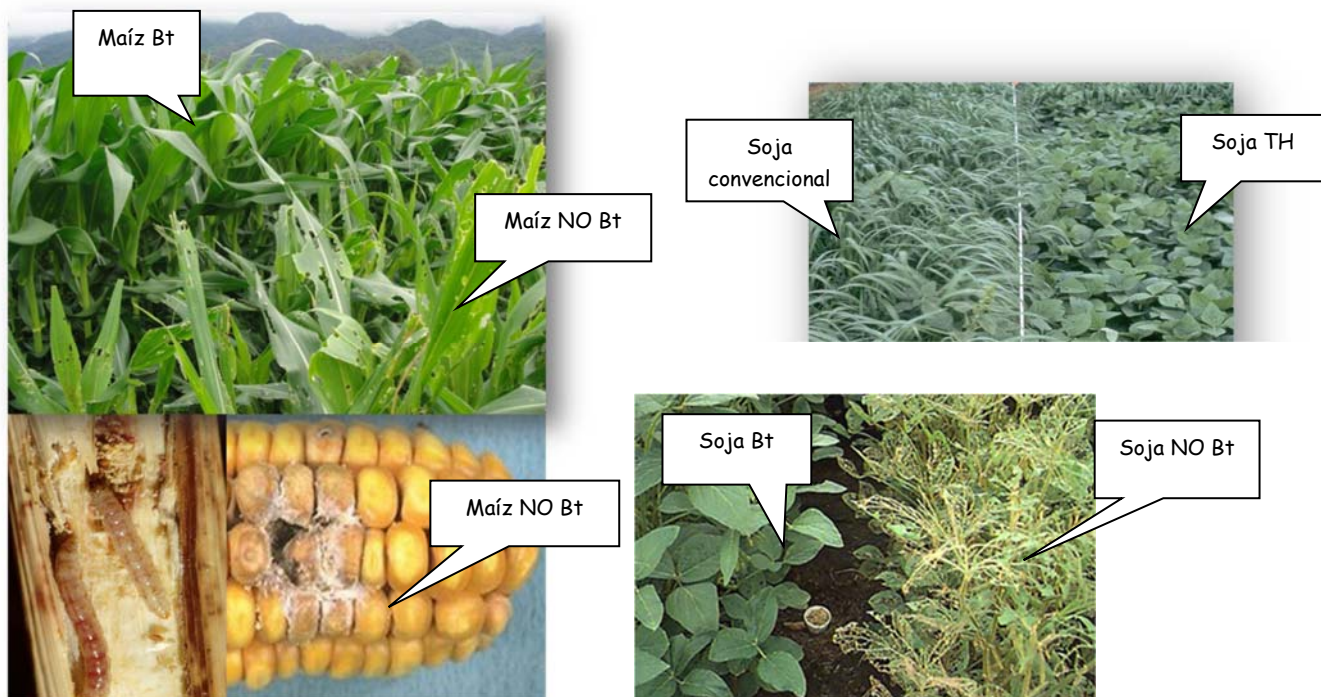
cuáles 23,9 millones de hectáreas correspondieron a la Argentina, lo que implica alrededor del 12,5% del área global sembrada con OGMs.

A partir de esta tabla, te proponemos armar un gráfico o mapa que muestre los datos de una manera más clara y visual. ¿Qué deberías tener en cuenta? Conversalo con tu docente y compañeros y, ¡a trabajar!

	millones ha
Estados Unidos	75
Brasil	51,3
Argentina	23,9
Canadá	12,7
India	11,6
Paraguay	3,8
China	2,9
Pakistán	2,8
Sudáfrica	2,7
Uruguay	1,3
Bolivia	1,3

### ACTIVIDAD 2

En este texto se nombraron los diferentes beneficios de las características Tolerancia a Herbicidas y Resistencia a Insectos. Con la ayuda de las siguientes ilustraciones, repasar y enumerar cuáles son esos beneficios.



### MATERIAL DE CONSULTA

- ArgenBio (Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología) <http://www.argenbio.org/> "Sección Cultivos aprobados y Adopción"
- Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, Dirección de Biotecnología <https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/biotecnologia/conabia/>
- ISAAA (Servicio Internacional para la Adquisición de Aplicaciones Agrobiotecnológicas) <http://isaaa.org/>
- Cultivos transgénicos, preguntas frecuentes. ¿Qué te preocupa? <http://www.porquebiotecnologia.com.ar/faqs>