

## El Algodón, utilidad, mejoramiento y la situación en Argentina

El algodón es la principal materia prima de la industria textil en el mundo. Aunque en la actualidad es reemplazado por numerosas fibras sintéticas, continúa siendo la fibra más utilizada en el mundo por su confort, suavidad, durabilidad y versatilidad. Aceites, pelotas, vendas, tejidos, papel, pañales, ropa, toallas, almohadones, tapicería, alfombras, colchones, filtros, y muchos otros productos usados a diario están compuestos de, o inspirados, en el algodón.

En la actualidad existen muchas variedades de algodón cultivadas en el mundo, que se diferencian en los atributos de la fibra, rendimiento, resistencia a enfermedades y caracteres vegetativos. Además, diferentes empresas e institutos de investigación en el mundo estudian el desarrollo de semillas de alto rendimiento, que aporten valor a los productores de algodón por la calidad de la fibra y la resistencia al estrés medioambiental.

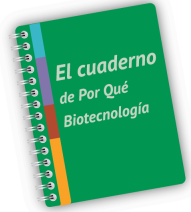
### Antecedentes del algodón

No se sabe cuándo la fibra de algodón fue usada por primera vez, sin embargo se sabe que las civilizaciones del Viejo y Nuevo Mundo la utilizaban. Los rastros arqueológicos de tejidos de algodón más antiguos datan de 3.000 años antes de Cristo, en excavaciones en el Valle del Río Indo en el Este de Pakistán. También en excavaciones arqueológicas en Perú se han encontrado tejidos que datan del 2.500 años antes de Cristo. Existen reportes de fábricas de algodón en pueblos prehistóricos en el Nilo Superior, actualmente Sudán. Algunas personas afirman que los egipcios utilizaron algodón desde el año 12.000 A.C., y que se han encontrado evidencia de algodón en cavernas mexicanas con edades de hasta 7000 años. Pero la referencia escrita más vieja proviene de la India. Las primeras referencias literarias acerca del algodón datan del año 1.500 años antes de Cristo, en la India. En el nuevo Mundo, en México ya se usaban prendas de algodón en la época Precolombina. Las referencias históricas de los pueblos más adelantados en el cultivo eran los Incas y los Aztecas. Se sabe que a la llegada de Colón los nativos americanos cultivaban dos tipos de algodón.

### Clasificación taxonómica y especies utilizadas en la industria textil

El algodón pertenece al género *Gossypium*, familia *Malvaceae*, el cual comprende un amplio número de especies. Es el único de los cultivos domesticados en el mundo, en el que cuatro especies distintas han sido domesticadas por el hombre, y en que

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



dos evolucionaron en el Viejo Mundo y las otras dos en el Nuevo Mundo. *Gossypium herbaceum* y *Gossypium arboreum* son importantes aún en áreas restringidas de la India, Asia y África. *Gossypium herbaceum* es considerada la forma más primitiva de algodón cultivada en el Viejo Mundo. Las especies del Nuevo Mundo *G. hirsutum* y *G. barbadense*, son por lejos las más importantes y ampliamente cultivadas en la actualidad, son las responsables del 98% de la producción mundial de fibra de algodón. En Argentina se cultiva comercialmente la especie *Gossypium hirsutum*, originaria de México y Centro América, en donde se pueden encontrar plantas nativas creciendo como arbustos de carácter perenne y crecimiento indeterminado. Los especímenes, más antiguos de esta especie fueron encontrados en Tehuacan, y son tentativamente datados del 3.000 al 2300 A.C. *Gossypium barbadense* es considerado el algodón de preferencia de los Mayas por su calidad de fibra.

### Importancia del algodón

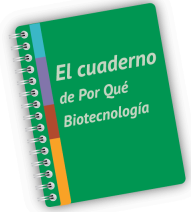
El algodón es el producto agrícola no alimentario de mayor intercambio comercial en el mundo. Es producido en más de 80 países y consumido de manera generalizada. Una vez cosechado, el producto puede comercializado como algodón en bruto, fibra y semilla. El algodón en bruto es vendido a las desmotadoras, donde se separa la fibra de la semilla. El desmote es la primera transformación que recibe el algodón. La fibra producida en las desmotadoras se destina a la exportación y a las hilanderías. La semilla se utiliza para la siembra, elaboración de aceites y consumo animal; el linter (pelusas) se emplea para la producción de fibras artificiales, papel y algodón hidrófilo, entre otros usos.



**Capullo de algodón.** El algodón es un cultivo muy valorado porque solamente el 10% de su peso es perdido en su procesamiento. Una vez que otros elementos como cera y proteínas son removidas se obtiene un polímero natural de celulosa pura. Esta celulosa es ordenada de cierta manera que le da al algodón propiedades únicas de durabilidad, resistencia y absorbencia. Cada fibra está compuesta de 20 o 30 capas de celulosa, enrolladas en una serie de resortes naturales. Cuando la cápsula de algodón (cápsula de las semillas) se abre las fibras se secan enredándose unas con otras, ideal para hacer hilo.

El algodón es una fibra que crece alrededor de las semillas de la planta de algodón. Es procesada en las hilanderías, obteniéndose los hilos utilizados como materia prima textil para hacer telas suaves y permeables. Su semilla es sometida al proceso de molturación, obteniéndose como resultado, el aceite de algodón y las harinas o

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



expellers, un recurso rico en proteína de alta calidad destinado para alimentación animal o, incluso, luego de un cuidadoso proceso, para alimentación humana. Los residuos fibrosos del desmote se emplean como materia prima en la industria papelera, en la producción de rayón, papel fotográfico y películas de rayos. Tanto el algodón en bruto como la semilla se comercializan en el mercado interno, mientras que la fibra puede destinarse tanto a este mercado como al internacional. Desde fines del siglo pasado, su cultivo, ha enfrentado una creciente competencia de las fibras celulósicas sintéticas y no celulósicas, tales como el rayón, nylon y poliéster. De todas formas, constituye hoy aproximadamente el 43,0% del total del consumo de fibras naturales.

### ¿De dónde se obtienen las fibras del algodón?

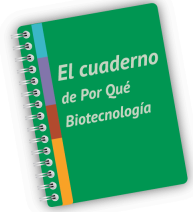
El algodón posee dos tipos de pelos o vellos conocidos como *vellos de hilachas* (las verdaderas fibras de algodón) y *vellos de pelusas* o *linters*. Los vellos son células epidérmicas de las semillas que sobrecrecen y consisten en una fina pared primaria y una pared secundaria de celulosa. Las fibras constituyen el algodón comercial conveniente para hilar. Cada fibra esta compuesta de 20 ó 30 capas de celulosa, enrolladas en una serie de resortes naturales. Cuando la cápsula de algodón (cápsula de las semillas) se abre las fibras se secan enredándose de forma espiralada en direcciones opuestas y esto causa la torsión de las mismas. Esta torsión permite producir un hilo fuerte de algodón, aunque las fibras individuales son mucho más cortas que las de lana o lino.

Los *linters* son generalmente más cortos, tienen un diámetro más grande y un depósito celulósico muy espeso en la pared secundaria que previene la formación de torsiones. Esto hace que no sean hilables pero pueden ser usadas como subproductos en relleno de tapicería, colchones, y para la producción de celulosa.

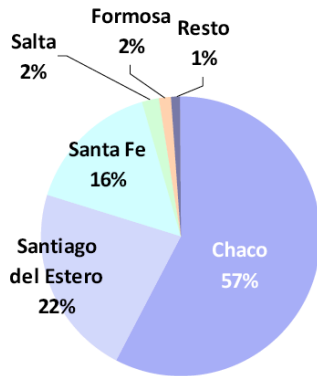
### El algodón en Argentina

El algodón es un cultivo característico de la región chaqueña argentina, que activa a las industrias relacionadas al desmote de la fibra y la obtención de derivados en zonas aledañas.

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



## Producción de Algodón en Bruto (2010)



Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas Públicas ([www.mecon.gov.ar](http://www.mecon.gov.ar))  
[http://www.mecon.gov.ar/peconomica/docs/Complejo\\_algodonero\\_textil.pdf](http://www.mecon.gov.ar/peconomica/docs/Complejo_algodonero_textil.pdf)

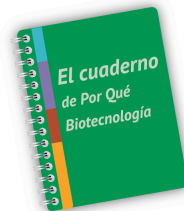
En la historia de la agricultura argentina, el cultivo de algodón fue la principal actividad agrícola de los primeros pobladores. Los primeros cultivos se iniciaron en el año 1556 y se realizaron con semillas introducidas en el noroeste argentino. La industria del hilado y tejido de algodón constituyó muy pronto la actividad característica de la región y el principal sustento de la población.

Por otra parte, el algodón representó la primera exportación de productos argentinos que salió del puerto de Buenos Aires en 1587; se trataba de una partida de tejidos destinada a Brasil (es de destacar que la primera exportación de trigo se efectuó recién allá por 1878).

El cultivo de algodón se extendió por el litoral argentino en la época de la colonia pero luego empezó retroceder a medida que fue difundiendo la cría de ovejas que ofrecía mayor facilidad de producción en la lana reemplazando al algodón como fibra textil. A las dificultades para el cultivo como malezas y plagas, se agregaba la gran cantidad de mano de obra para separar la fibra de la semilla (desmotado) que en ese momento se realizaba de forma manual. A pesar de ello, el cultivo continuó floreciendo en algunas regiones, y a fines del siglo XVII la Argentina producía más algodón que Estados Unidos.

Con la invención de la desmotadora mecánica, el perfeccionamiento de las máquinas de hilar y tejer, y una difusión veloz de las innovaciones tecnológicas en mayor grado que en otros países, la producción de algodón se concentró en Estados Unidos. A su vez, la mecanización generó un aumento de producción y una baja en los precios de venta que atentó contra la sustentabilidad de otros productores

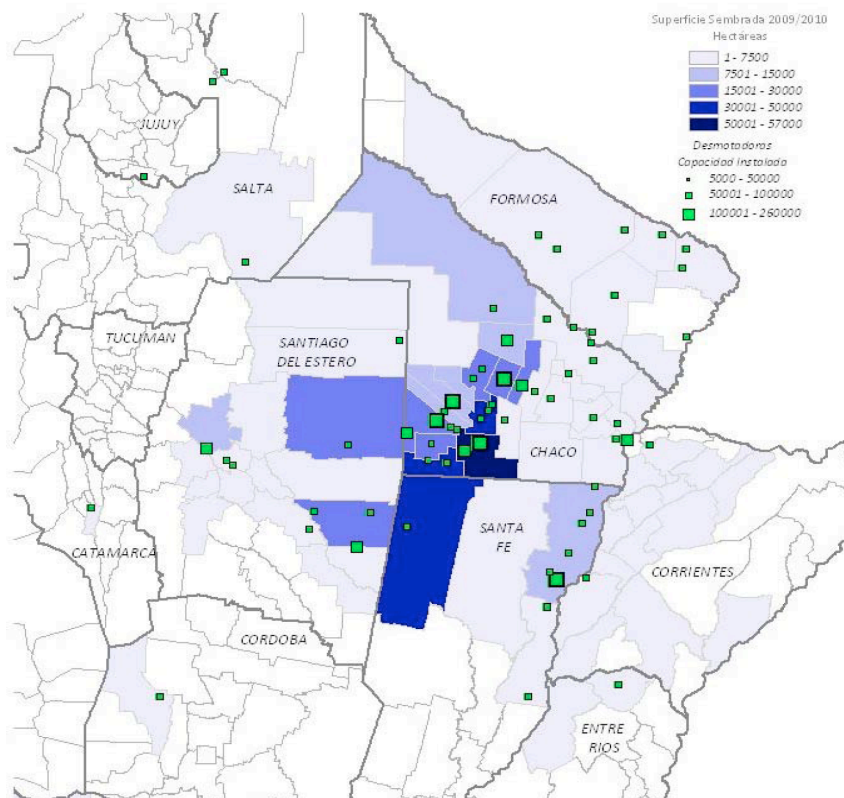
**"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología"** es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



como Argentina donde el desmotado se hacía hasta entonces de forma manual. El algodón resultaba más barato que la lana y el lino y terminó desplazando a estas dos fibras, consagrándose como fibra textil en todo el mundo.

En 1862 llegan a la Argentina las dos primeras desmotadoras y se reactiva la producción algodonera del país. Cien años más tarde, en la provincia de Santa Fe se crea uno de los polos agroindustriales algodoneros más importantes del país: El Polo Reconquista Avellaneda.

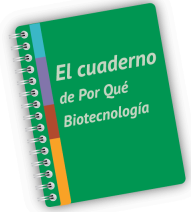
### Localización de la Superficie Sembrada de Algodón y de las Plantas Desmotadoras



**Plantas Desmotadoras - Ubicación Geográfica.** El 87% de las plantas desmontadoras están localizadas en la zona de producción primaria, mayormente en Chaco, Santiago del Estero y Santa Fe. Fuente: Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas Públicas ([www.mecon.gov.ar](http://www.mecon.gov.ar))

[http://www.mecon.gov.ar/peconomica/docs/Complejo\\_algodonero\\_textil.pdf](http://www.mecon.gov.ar/peconomica/docs/Complejo_algodonero_textil.pdf)

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



El papel del desmontado ha cambiado mucho en los últimos 50 años debido a los avances técnicos en la industria algodonera. En un principio, su única función era separar la fibra de la semilla. Hoy, las desmotadoras deben también secar y limpiar la fibra y compactarla para entregarla a la industria textil.

El desarrollo del cultivo a lo largo del tiempo provocó una verdadera explosión social y económica. Posibilitó y apuntaló el desarrollo de la economía de carácter regional, el crecimiento y desarrollo de cooperativas, talleres mecánicos, comercio, transporte y servicios relacionados. A la par de la instalación de numerosas industrias desmotadoras e hilanderas, la industrialización de la semilla para la obtención de aceites y expeler permitió consolidar la industria aceitera regional.

En las recientes décadas, la producción mundial se expandió sensiblemente, respondiendo a una mayor demanda por los productos textiles de algodón. Como resultado de este crecimiento, la distribución se fue modificando, de tal modo que la producción de Estados Unidos, que en 1960 representaba una tercera parte de la oferta, en los noventa no superaba el 18%, habiendo ganado posiciones China y otros países asiáticos, África Occidental, Australia, y Argentina.

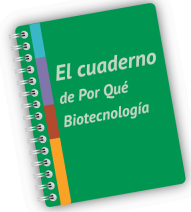
Por otro lado, la producción mundial de algodón, muestra una considerable variabilidad de año en año, por la influencia del clima sobre los rendimientos y en el área sembrada. Pero el principal factor, tiene que ver con una combinación de producción, stocks y precios. Cuando los precios son altos, los productores algodoneros responden incrementando su producción lo que contribuye a un crecimiento de los stocks. Ese aumento en la producción y en las existencias conduce a una caída de los precios y a la contracción de la producción asociada a un incremento en el consumo.

## **Mejoramiento del algodón**

El mejoramiento genético del algodón a través de técnicas convencionales durante los últimos 60 años, ha sido dirigido con el objetivo de modificar características útiles en la planta como productividad, precocidad, resistencia a insectos y enfermedades, arquitectura de la planta y calidad de fibra. El hábito de crecimiento de esta planta ha sido modificado por técnicas de mejoramiento tradicional (ver Cuaderno N° 5, 6) para adaptarla a la producción comercial, pasando de las plantas nativas, perennes e indeterminadas, a plantas anuales y de crecimiento más o menos determinado que producen algodón semilla más temprano que las plantas nativas.

Sin embargo, y a pesar de los adelantos obtenidos por mejoramiento convencional, estas técnicas requieren gran cantidad de tiempo para seleccionar y establecer una característica particular y deseable en una variedad, y en algunos casos es imposible incorporar estas características por métodos tradicionales.

**"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.**



La biotecnología moderna, es un instrumento alternativo para modificar y mejorar los cultivos, particularmente en el caso del algodón donde las pérdidas por insectos y malezas son altamente significativas. El alto costo del control químico de los insectos y las malezas, justifica el desarrollo de plantas genéticamente modificadas, no solo para reducir el costo de producción, sino también el deterioro del medio ambiente. En este sentido, se han obtenido cultivares transgénicos a través de la introducción de resistencia a insectos: *algodón Bt* y tolerancia a herbicidas: *algodón tolerante a glifosato*, o con una combinación de estas dos características en una misma variedad.

En Argentina, el mejoramiento genético del algodón ha sido históricamente dominado por el sector público, principalmente el INTA –Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria-. En la actualidad distintas empresas semilleras también participan en proyectos de mejoramiento y compiten en el desarrollo y oferta de nuevas variedades mejoradas a través de métodos tradicionales y biotecnología moderna (ver Cuaderno N° 5, 6, 8, 16, 43, 44, 77, 97).

#### § Algodón resistente a insectos

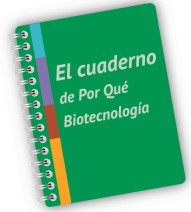
Las variedades tradicionales están adaptadas a las condiciones agroecológicas locales aunque, como todos los cultivares de algodón convencional, son susceptibles al ataque de insectos, más específicamente, Lepidópteros. El ataque de este tipo de insectos produce pérdidas de alrededor del 35% del rendimiento y fuerza a los productores a realizar en promedio 4.8 aplicaciones de insecticidas por campaña que pueden llegar a 7 u 8 en casos de ataques severos, con la consecuencia para la seguridad de los trabajadores y el medioambiente.

El *algodón Bt* obtenido por ingeniería genética provee resistencia genética al complejo *oruga del capullo*, *oruga de la hoja del algodonero* y a la *lagarta rosada*. De la misma manera que el maíz Bt, el algodón Bt resulta de la incorporación de los genes *Cry* al genoma del algodón. En 1998, Genética Mandiyú, comercializó la primera variedad de algodón Bt en el país que permite disminuir las aplicaciones promedio de insecticidas a la mitad. Esto implica aumento en los rendimientos debido al control de insectos y la disminución en el costo de los insecticidas y un aumento en la seguridad de los trabajadores y el medioambiente al reducir el uso de insecticidas.

Si bien la adopción del algodón genéticamente modificado fue más lenta respecto a cultivos como el maíz Bt y la soja RR, a partir de las campañas 2004/2005 el porcentaje de algodón transgénico sembrado en nuestro país fue aumentando, alcanzando el 100% de la superficie sembrada con algodón en la campaña 2012/2013 ([Argentina: Evolución de la superficie cultivada con OGM](#)).

#### § Algodón tolerante a herbicida

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



Las malezas constituyen una severa limitante para la producción de algodón en el mundo.

El cultivo compite desfavorablemente, principalmente en los estados iniciales de crecimiento, y debe ser protegido de la invasión de malezas agresivas. Los métodos actuales de manejo de malezas combinan prácticas culturales y mecánicas con la aplicación de herbicidas de amplio espectro y residuales para contrarrestar el efecto de competencia.

#### § El algodón tolerante a glifosato

Se obtuvo de forma similar a la soja y maíz tolerantes a glifosato, al insertarle a la planta un gen extraído de la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*. Este gen codifica para la síntesis de una enzima que no es afectada por el glifosato. Por lo tanto, al expresar este gen bacteriano, la planta de algodón resulta tolerante al herbicida glifosato y sobrevive a su aplicación, mientras que las malezas que no tienen el gen que confiere tolerancia a glifosato, se mueren.

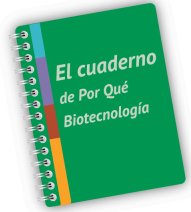
La utilización de algodón transgénico permite controlar las malezas con glifosato que, a diferencia de los herbicidas utilizados en la agricultura tradicional, es más barato y de fácil degradación en el suelo, lo que evita efectos residuales que puedan perjudicar a futuros cultivos, así como la contaminación del medioambiente.

A pesar de haber sido aprobado en 2001, recién en la campaña 2004/2005 fue adoptado en forma significativa. Se sembraron en esos años unas 105.000 ha de algodón tolerante a glifosato, o sea dos tercios del algodón transgénico sembrado en esta campaña.

La adopción del algodón transgénico (TH y Bt) fue creciendo a lo largo de los años. Como muestra la figura, desde su liberación comercial y primer cultivo en Argentina, el área cultivada con algodón transgénico fue creciendo hasta alcanzar a ocupar en la campaña 2012/2013 el 100% del área destinada a este cultivo ([Argentina: Evolución de la superficie de algodón Bt, TH y Bt x TH](#)).

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.





## CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS

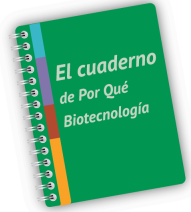
La enseñanza de ciencias en la escuela debe ofrecer actividades que involucren la indagación de ideas previas, el planteamiento de situaciones problemáticas, la discusión grupal y la confrontación de ideas que faciliten la comprensión de conceptos disciplinares complejos. Esta exploración de ideas previas no sólo es útil para que el docente conozca cómo piensan los alumnos sino que resulta una instancia para que los alumnos reflexionen sobre sus propias ideas, y se acerquen a los conocimientos científicos que se pretende enseñar.

El caso de los OGM o transgénicos es particular en el sentido de ser una temática relativamente nueva en el aula pero que, ocasionalmente, recibe tratamiento en los medios masivos de comunicación y en internet. Los alumnos llegan al aula con un bagaje de conceptos que, en parte, provienen de su relación con estos medios de comunicación. Y la realidad indica que, en ocasiones, debido a la desinformación o al desconocimiento, los transgénicos tienen "mala prensa".

El tema abordado en este Cuaderno acerca de las múltiples aplicaciones que tienen los derivados de OGMs en productos de uso cotidiano, ofrece la oportunidad de replantear y reflexionar acerca de qué se considera un producto transgénico, su injerencia en la vida personal, y sus implicancias en la vida social y productiva del país. Estas reflexiones permiten acercar a los alumnos a los conceptos y los métodos científicos en que se basa la biotecnología.

A lo largo del Cuaderno se trabaja con mapas, tablas, gráficos y láminas que representan, de diferentes formas, información acerca del tema abordado. Si bien las representaciones gráficas permiten visualizar de manera clara y concisa los datos, así como realizar cálculos matemáticos simples, no resultan simples de interpretar y, en ocasiones, pueden ser un obstáculo en el proceso de aprendizaje. Por esto, es fundamental trabajar cada una de estas representaciones gráficas con los alumnos, y analizar la simbología o formas geométricas empleadas y su significado particular, en cada caso. Es importante que los alumnos puedan analizar, interpretar y diseñar las representaciones gráficas, comprender el significado de los cálculos matemáticos aplicados a casos concretos y reales, el significado de las barras del histograma, de la porción del gráfico de tortas, etc. Se sugiere trabajar en conjunto con docentes del área de matemáticas, y dedicarle el tiempo necesario para que cada una de estas representaciones sea comprendida y aprovechada su información. Una forma de trabajarlo que se sugiere es la traducción del lenguaje gráfico al textual, y viceversa. Es decir, que los alumnos ejerciten la escritura de textos breves que expliquen lo

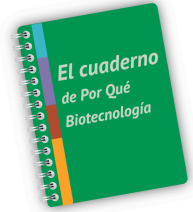
**"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.**



representado en el gráfico, y también que puedan representar en gráficos o en tablas la información textual que encuentran (en este u otro tema similar).

Es interesante trabajar con docentes de geografía y de historia aspectos vinculados con políticas agropecuarias en la Argentina, la historia de la agricultura y de los diferentes cultivos, los cambios ocurridos en la agricultura en función de cambios sociales, científicos y tecnológicos, implicancia de la agricultura en la vida social, y el aporte de la biotecnología a estos cambios.

**"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.**



## ACTIVIDADES

### Actividad 1. Repaso de conceptos

Responder las siguientes consignas de repaso de conceptos trabajados en el texto:

- a. Clasificación de la planta de algodón según género y familia.
- b. Máquinas que se emplean para separar la fibra de algodón de la semilla, secar y limpiar la fibra y compactarla para entregarla a la industria textil.
- c. Formas en que puede ser comercializado el algodón una vez cosechado.
- d. Utilidad de la fibra de algodón.
- e. Utilidad de la semilla de algodón.
- f. Utilidad del linter (pelusa) de algodón.
- g. Polímero que se obtiene del algodón y que se emplea para hacer hilo.
- h. Zona argentina algodonera por excelencia.
- i. Propiedad del algodón transgénico Bt.
- j. Propiedad del algodón transgénico denominado RR.

### Respuestas

- a. género *Gossypium*, familia *Malvaceae*.
- b. Desmotadoras.
- c. El producto puede ser comercializado como algodón en bruto, fibra y semilla.
- d. Exportación e hilandería.
- e. Siembra, aceite, consumo animal.
- f. Fibras artificiales, papel, algodón hidrófilo.
- g. Celulosa
- h. Chaco
- i. Resistencia a insectos (Lepidópteros).
- j. Tolerancia al herbicida Glifosato.

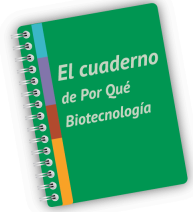
### **Actividad 2. Cultivo de algodón en Argentina**

El objetivo de esta actividad es analizar en números concretos y reales las diferencias en el cultivo de algodón tradicional y transgénico, en la superficie sembrada, el comportamiento en la producción, y los beneficios para el productor, consumidor y ambiente.

#### **I. A partir de los datos que aporta la tabla, responder a las consignas:**

- a. ¿Cómo varió la superficie total de algodón en el período 1998 – 2006?
- b. ¿Cómo varió en el mismo período la superficie sembrada con algodón transgénico?

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



- c. ¿Qué representa la última columna de la tabla? ¿Cómo se calculan estos valores?

Tabla 1. Adopción del algodón Bt en Argentina (1998-2006)			
Campaña	Superficie total de algodón (transgénico y no transgénico (en ha)	Superficie de algodón Bt (en ha)	%
1998/1999	750.930	5.500	0,73
1999/2000	345.950	12.000	3,5
2000/2001	410.905	25.000	6,1
2001/2002	174.043	10.000	5,7
2002/2003	158.209	20.000	12,6
2003/2004	266.387	58.000	21,7
2004/2005	406.215	55.000	13,5
2005/2006	309.194	22.500	7,27
2006/2007	415.000	88.000	21,2

Fuente: Tabla de datos de las campañas 1998/1999 hasta 2005/2006

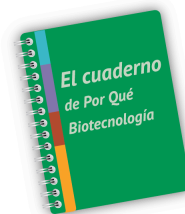
(<http://www.sagpya.mecon.gov.ar/> (Estimaciones Agrícolas / Informes Generales por Cultivo / Cultivos industriales / Algodón / Ficha Resumen)

### Respuestas:

- La superficie cultivada con algodón ha fluctuado de forma variada y despereja de campaña en campaña.
- La superficie sembrada con algodón transgénico dentro de la superficie total del cultivo ha crecido año tras año.
- Representa el porcentaje de superficie cultivada con algodón transgénico por campañas respecto del área total de algodón en la Argentina. Se toma el 100% del área cultivada (transgénico + no transgénico) y se calcula (regla de tres simple) qué porcentaje representa la superficie de algodón Bt respecto de ese total.

**Nota:** La superficie sembrada fluctúa en función del precio internacional y ha disminuido en los últimos años. En 1998 se comercializó la primera variedad de algodón Bt en el país. Si bien el impacto de la siembra de algodón Bt no es tan alto como el de la soja tolerante a glifosato o el maíz Bt, es importante considerar que se trata de una economía regional (Chaco y Santiago del Estero) y a ese nivel, el impacto potencial es muy importante.

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



II. La Tabla 2 refleja diferentes parámetros que se tiene en cuenta a la hora de evaluar la conveniencia para el agricultor del cultivo tradicional frente a la variedad transgénica.

**Tabla 2. Comparación entre el comportamiento del algodón Bt y el no Bt en Argentina**

	Rendimiento (kg/ ha)	Promedio de aplicaciones de insecticidas	Costo de insecticidas (US\$/ha)	Costo de semillas (US\$/ha)	Margen bruto de ganancias (US\$/ha)
<b>No Bt</b>	1.567	4.8	37,40	17	<b>80</b>
<b>Bt</b>	2.110	2.5	19,93	103	<b>100</b>
<b>Diferencia</b>	543 (+35%)	-2.3	17,47	86	<b>20</b>

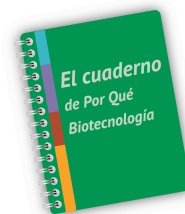
Fuente: Qaim y Janvry, 2002

Teniendo en cuenta cual es la característica particular que incorpora el algodón Bt y los datos que aporta la tabla ¿cómo se explicarían los mayores beneficios económicos del uso de algodón Bt a diferencia del algodón no Bt?





**Respuesta:** Los mayores beneficios económicos del uso de algodón Bt se explican como un aumento en los rendimientos debido al control de insectos y la disminución en el costo de los insecticidas debido al menor número de aplicaciones. Estos beneficios compensan el mayor valor de las semillas de algodón Bt respecto del no Bt generando un margen bruto de ganancias mayos para el algodón Bt.

III. Analizar la siguiente lámina y resumir en un texto breve cuáles son las ventajas del algodón transgénico frente al convencional.

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



## Qué ventajas tiene el algodón modificado genéticamente: ahorro de energía y menos insecticidas

	Algodón convencional	Fabricación	Distribución	Aplicación	Beneficios económicos	Beneficios	Beneficios Consumidor
<b>Balance</b>	 Algodón convencional	 Fabricación	 Distribución	 Aplicación	 Beneficios económicos	 Beneficios	 Beneficios Consumidor
	Ahorro de 1.5 millones de kg de materias primas. Conservación de 5.6 millones de litros de combustible. Eliminación de cerca de 1 millón de kg de desechos industriales.	Ahorro de transporte y almacenaje de 1.5 millones de litros de insecticida. Conservación de 2.2 millones de litros de combustible.	Descenso de casi medio millón de kg de insecticidas aplicados en 2.5 tratamientos por hectárea evitados. 416.000 envases de fitosanitarios eliminados. 4.250 jornadas de trabajo evitada para el agricultor. Eliminación de 2.150 jornadas de aplicaciones aéreas. Conservación de 9 millones de litros de combustible y 354 millones de litros de agua.	168 millones de euros acumulados, por menores costes de producción más incremento de cosechas.	Reducción de los riesgos por exposición a insecticidas. Conservación de las poblaciones de insectos beneficiosos. Mejora hábitat para fauna silvestre. Proporciona a los productores de algodón más tiempo para su familia y otras actividades. Tranquilidad para los productores	Producción de fibra equivalente a la conseguida con las variedades convencionales.	

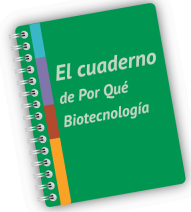
Dr. Roger Leonard, LSU Agricultural Center  
Dr. Ronald Smith, Auburn University

**Respuesta:** Los principales beneficios del uso de algodón Bt son el aumento en los rendimientos debido al control de insectos y la disminución de costos en producción y distribución. Referido al impacto ambiental y la salud el beneficio se obtiene debido al menor número de aplicaciones de insecticidas. Para el consumidor no hay variaciones en cuanto a la calidad del producto que consume.

Respecto de los nuevos desarrollos biotecnológicos de variedades de algodón con propiedades nuevas se puede concluir que:

- Los beneficios a los agricultores consisten en aumentar la productividad o reducir los costos mediante el aumento del rendimiento, el mejoramiento de la protección contra malezas, insectos y enfermedades, o bien, el aumento de la tolerancia a las altas temperaturas y a las sequías, entre otros.
- Los beneficios a los procesadores se traducen en mejor valor nutritivo en los alimentos en general y en los alimentos para animales.
- Los beneficios a los consumidores se traducen en ventajas, como por ejemplo, aumento en las proteínas, aceites mejorados, mejoras en el balance ácido-graso, o bien, un mejoramiento en los carbohidratos que facilita la producción de alimentos más sanos para los consumidores.

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



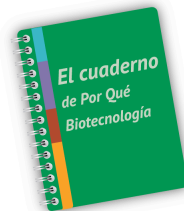
### **ACTIVIDAD 3. El desarrollo de un producto tecnológico y sus implicancias**

La siguiente actividad tiene como propósito analizar aspectos relacionados con la elaboración de un producto tecnológico, en este caso particular un producto que involucra un proceso biotecnológico. Por ejemplo, a partir de los esquemas que se incluyeron en el Cuaderno, se podría analizar la producción de algodón transgénico y las derivaciones de este producto en otras áreas de demanda como la producción de biodiesel o el diseño de vestimenta de uso cotidiano.

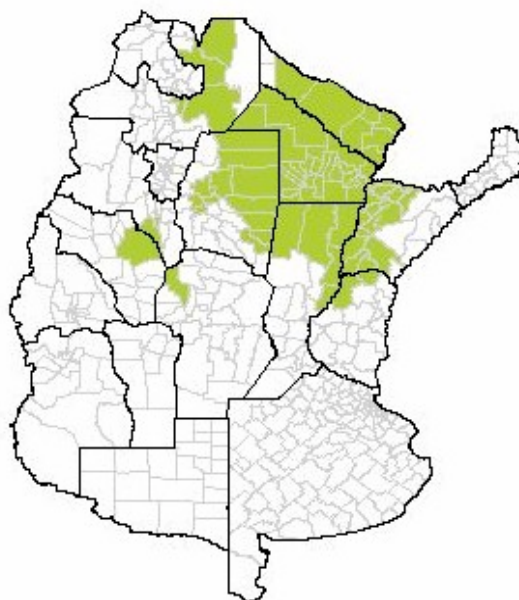
Algunos aspectos que se pueden investigar y analizar con los alumnos:

- a. Cuál es el proceso y los materiales que se emplean para la obtención del producto biotecnológico (en este caso, el algodón transgénico).
- b. Análisis del producto biotecnológico: entre ellas, características particulares, función, similitudes y diferencias con otros productos relacionados, conveniencia de su adopción, rendimiento, dificultades para su producción, etc.
- c. Cuáles son las áreas de demanda a las que responde este producto biotecnológico, y sus derivados. Esto incluye las industrias y mercados con las que está económicamente asociado este producto, desde la actividad agrícola hasta la industria textil o energética.
- d. Para examinar los posibles alcances de las industrias basadas en los cultivos OGM en el mercado laboral, se sugiere que los alumnos averigüen cuál es el trabajo de los integrantes de la familia. Indicar, a través de una puesta en común en la clase, quiénes trabajan en alguna industria derivada de los cultivos OGM, ya sea en el campo, en fábricas, en industrias o en empresas liquidadoras de sueldos para compañías aceiteras, compañías de publicidad, etc.
- e. Conocer las regiones agrícolas del país y dónde se cultivan cada uno de los OGM en la Argentina. Averiguar cuáles son las condiciones ambientales que favorecen este tipo de cultivo, como tipo de suelos y régimen de lluvias. Se podría proponer a los alumnos que ubiquen en un mapa las regiones donde se cultivan los OGM. A modo de ejemplo, se muestra a continuación el mapa de la región algodонера:

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



## ALGODON Zonas de Producción



Ubicación en la  
República Argentina



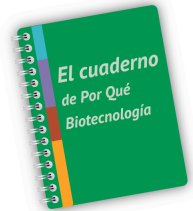
Dispersión geográfica del cultivo en función del área sembrada promedio de las últimas cinco campañas.

**Fuente: Dirección de Coordinación de Delegaciones,  
Estimaciones Agrícolas . SAGPyA**

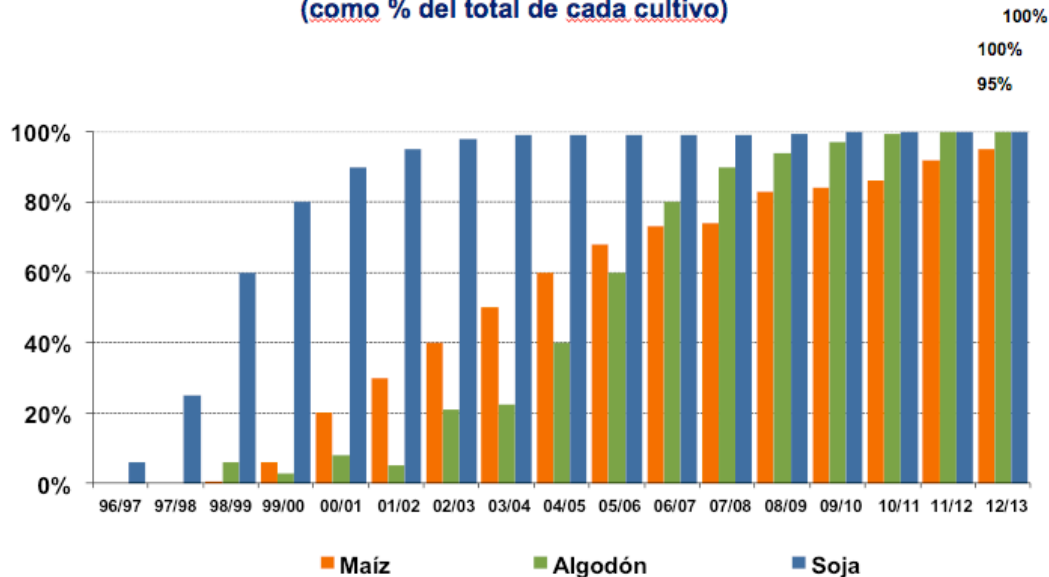
- f. Analizar la situación actual del cultivo del algodón en la Argentina. Por ejemplo, es posible trabajar a partir del siguiente gráfico que representa el área sembrada con los tres cultivos transgénicos en Argentina a partir de 1996.

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.





## Argentina: Evolución de la superficie cultivada con OGM (como % del total de cada cultivo)



Fuente: ArgenBio

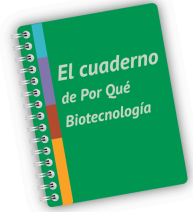
Preguntas para analizar el gráfico:

- ¿Qué representa **cada una** de las barras representadas en el gráfico? ¿Cuál sería el 100% con el cual se relaciona cada una de las barras?
- ¿Qué representa la sucesión de las barras azules?
- ¿Qué representa la sucesión de las barras verdes?
- ¿Qué representa la sucesión de las barras anaranjadas?

**NOTA:** En [www.argenbio.org](http://www.argenbio.org) - Sección “La biotecnología – Cultivos aprobados y adopción” se actualizan año a año los gráficos de adopción de algodón en Argentina. Para encontrar datos actualizados y utilizarlos en esta actividad, se sugiere siempre chequear las estadísticas más recientes en [www.argenbio.org](http://www.argenbio.org).

- La idea es analizar con los alumnos que, aunque en cada período se compara la proporción de los tres tipos de cultivos, el porcentaje se refiere a cada cultivo por separado. Por ejemplo, en el período 2012-2013 el 95% de la superficie de siembra de maíz en la Argentina pertenece a maíz transgénico, y el restante 5% no lo es. Mientras que en el mismo período casi el 100% del área sembrada con soja es de soja transgénica, y el 100% del algodón sembrado es transgénico.

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.

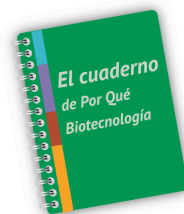


- ii. La sucesión de barras azules representa la evolución en la siembra de soja, entre 1996 y 2013.
- iii. La sucesión de barras verdes representa la evolución en la siembra de algodón, entre 1996 y 2013.
- iv. La sucesión de barras anaranjadas representa la evolución en la siembra de maíz, entre 1996 y 2013.
  
- g. Otros aspectos que se pueden analizar con los alumnos referidos a los cambios sociales, de producción y de consumo, determinados por la “revolución científico-tecnológica” (según el área y nivel escolar):
  - i. La estrecha relación entre ciencia y tecnología,
  - ii. La velocidad del cambio tecnológico,
  - iii. El impacto de la tecnología sobre la vida cotidiana y el ambiente,
  - iv. Los cambios en la relación con el ambiente natural,
  - v. Los aspectos positivos y negativos de toda tecnología,
  - vi. La actitud de “usuario / consumidor” informado en la toma de decisiones personales y comunitarias,
  - vii. La comunicación al público general de información acerca de los nuevos desarrollos tecnológicos.

## Material de consulta

- § Impacto económico de la soja y el algodón transgénicos en Argentina. Ing. Agr. Cecilia Roca - Asociación Semilleros Argentinos – 2003.  
<http://www.argenbio.org/adc/uploads/pdf/impacto-economico.pdf>
- § Qaim, M y Cap, E. (2002) “Algodón Bt en Argentina: un análisis de su adopción y la disposición a pagar de los productores” INTA, Instituto de Economía y Sociología.
- § ISAAA (2002). Global Review of Commercialized Transgenic Crops: 2001. Feature: Bt Cotton.  
<http://www.isaaa.org/kc/Publications/pdfs/isaaabriefs/Briefs%2026.pdf> (en inglés)
- § INTA. Estación Experimental Agropecuaria (EEA) del INTA de Sáenz Peña, Chaco:  
<http://www.inta.gov.ar/saenzpe/index.htm>
- § Lamina “¿Para qué nos sirven el Maíz, el Algodón y la Soja?”. Programa Por Qué Biotecnología. \_  
<http://www.porquebiotecnologia.com.ar/educacion/docs/laminas/l-hi/cultivos2.pdf>
- § Algodón genéticamente modificado. Agro-Bio [www.agrobio.org](http://www.agrobio.org)

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.



- § <http://www.aacrea.org.ar/economia/articulos/pdf/22-algodon.pdf> Algodón Agroalimentos Argentinos. **Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA).**
- § <http://www.vicentin.com.ar/galeriaalgodonera.htm> Algodonera Avellaneda. Argentina. Fotos de las máquinas desmotadoras y prensas.

"El Cuaderno de Por Qué Biotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo Por Qué Biotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo Por Qué Biotecnología.