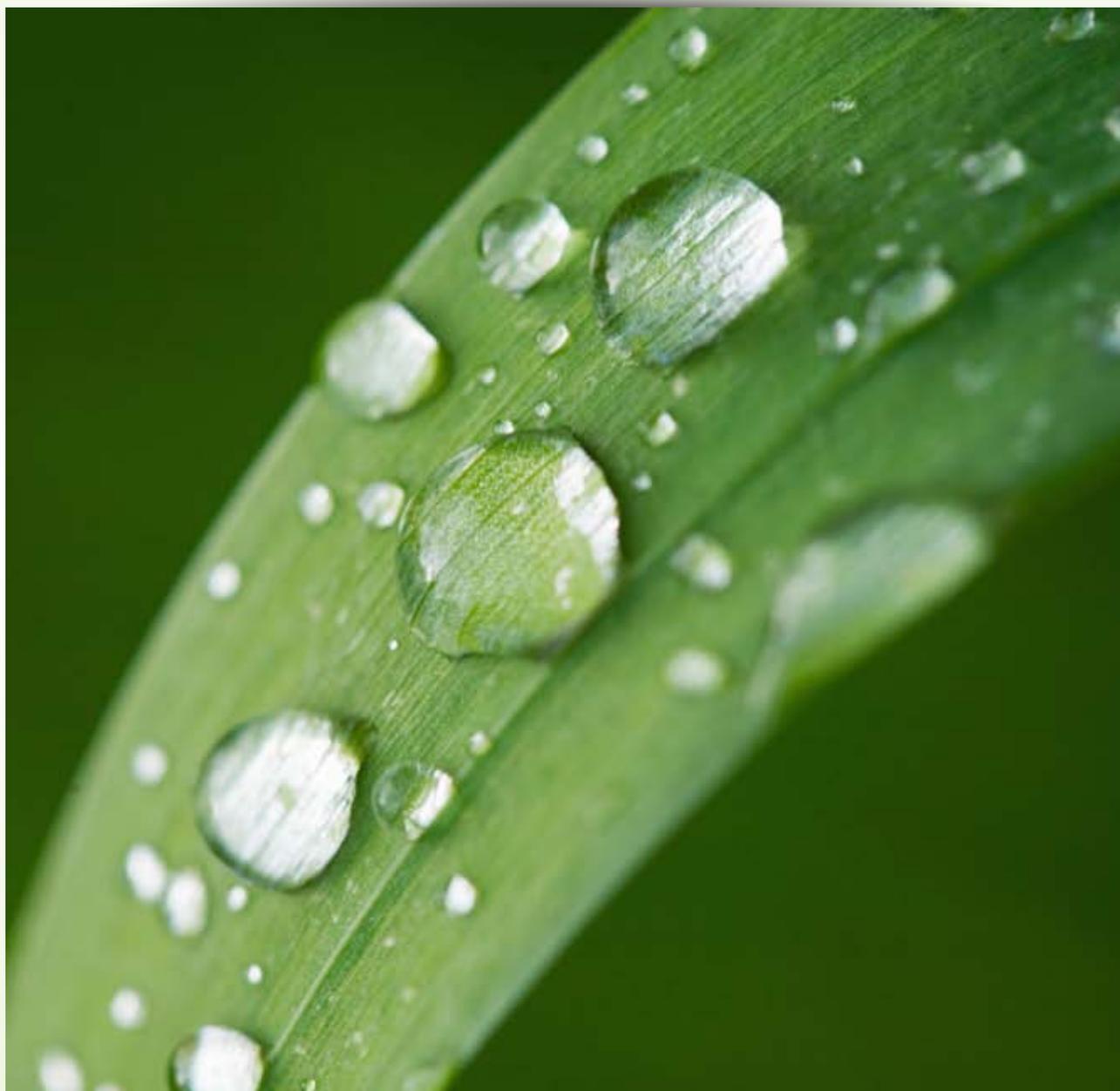


# MANUAL PARA PERIODISTAS



# INDICE

## MANUAL PARA PERIODISTAS



Introducción .....	3
A) Biotecnología agrícola .....	5
B) Producción de semillas .....	27
C) Protección de cultivos: productos fitosanitarios .....	47
D) Uso responsable de productos y tecnologías .....	63
E) Propiedad intelectual en semillas y productos fitosanitarios .....	69



## Introducción

*El desarrollo de esta manual informativo, realizado en conjunto entre ArgenBio, ASA y CASAFE, surgió con el objetivo de brindar información a periodistas y voceros del sector acerca de las temáticas en las que cada institución trabaja a diario: biotecnología agrícola, producción de semillas y productos fitosanitarios.*



ArgenBio es el Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología, creado con el fin de divulgar información sobre la biotecnología, contribuyendo a su comprensión y estimulando su desarrollo. Surgió del compromiso que asumieron los miembros fundadores para responder a la demanda de información acerca de la biotecnología y sus aplicaciones, sus beneficios y su seguridad.

*Más información:*  
[www.argenbio.org](http://www.argenbio.org)



ASA es la Asociación Semilleros Argentinos. Fue fundada en 1949 y está formada por 84 socios, entre los que se encuentran 63 empresas nacionales, 19 internacionales, 1 institución oficial y 1 asociación de productores de semillas. Estas están involucradas en todas las etapas de la producción de este insumo, desde la investigación a la multiplicación y comercialización. ASA impulsa el uso de tecnología para mejorar la calidad de las semillas y la competitividad de la producción agropecuaria, dentro de un esquema de agricultura sustentable y preservación del medio ambiente.

*Más información:*  
[www.asa.org.ar](http://www.asa.org.ar)



La Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes, CASAFE, representa a las empresas líderes en producción de tecnología para la protección de cultivos. CASAFE apoya la sustentabilidad de la industria de fitosanitarios y de fertilizantes, convencidos de la necesidad de la interacción público privada. Propicia el equilibrio entre productividad, ambiente y desarrollo integral de la sociedad, sustentados en las buenas prácticas agrícolas y en sus programas de Responsabilidad Social.

*Más información:*  
[www.casafe.org](http://www.casafe.org)

## El gran desafío de la agricultura

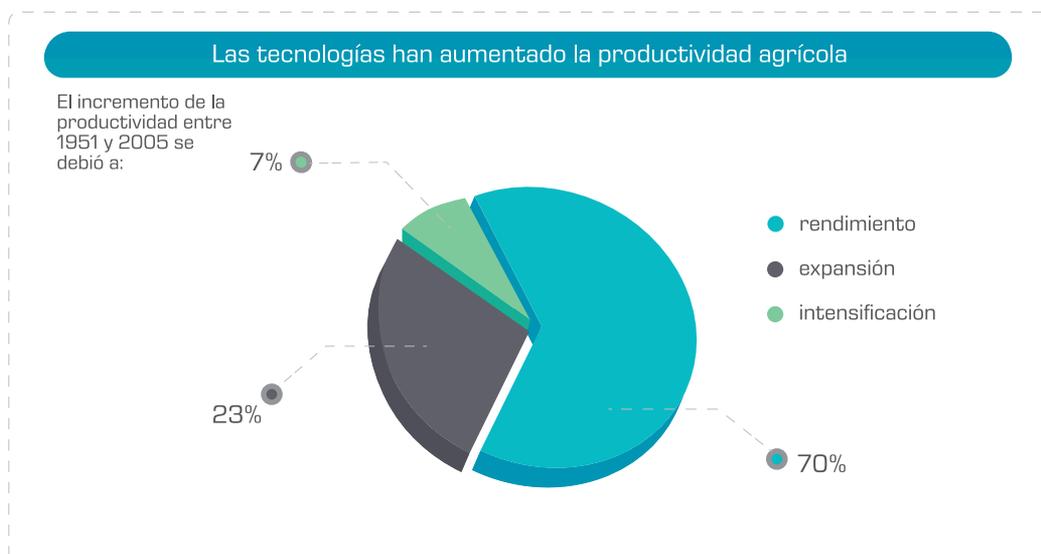
La población mundial está en constante crecimiento y para el año 2050 habrá más de 9.000 millones de habitantes en el planeta, los que demandarán más alimentos, fibras y combustibles. En respuesta a esto, la agricultura deberá suministrar un 80% de los alimentos, por lo que se le exigirá producir un 60% más de los que produce hoy en día.

El mayor desafío de la agricultura es, sin embargo, responder a esta demanda de una forma sustentable. Esto es, producir más, pero al mismo tiempo disminuir su propia

huella ecológica y adaptarse a importantes limitaciones como el cambio climático, la falta de agua y la escasa tierra que podría sumarse a la actividad agrícola.

En este punto es donde se debe destacar la importancia de la incorporación de los avances científicos y técnicos en la actividad agropecuaria. El uso de las tecnologías existentes y el desarrollo de nuevas herramientas son fundamentales para responder a los desafíos que enfrenta la agricultura.

### Los desafíos de la agricultura



MANUAL PARA  
PERIODISTAS

# BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA



## BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA

### Contenido

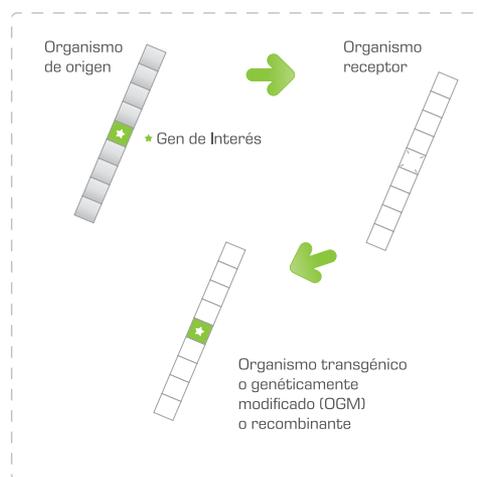
- I Introducción: biotecnología y transgénicos
- II Objetivos y aplicaciones de la biotecnología vegetal
- III Los cultivos transgénicos en Argentina
  - Cultivos tolerantes a herbicida (TH)
  - Cultivos resistentes a insectos (Bt)
  - Datos de adopción - Argentina
- IV Los cultivos transgénicos en el mundo
- V La seguridad de los cultivos transgénicos
  - La evaluación de riesgo - Qué dicen los expertos - La historia de uso seguro
  - El marco regulatorio argentino
  - Aprobaciones comerciales
- VI Quince años de cultivos transgénicos en la agricultura argentina
- VII Cultivos transgénicos en desarrollo
  - El “pipeline” de la biotecnología agrícola
  - Con foco en los alimentos: la biofortificación
  - Desarrollos argentinos
- VIII Fuentes de consulta
- IX Instituciones y empresas que realizan investigaciones y desarrollos en biotecnología agrícola

## I Introducción: biotecnología y transgénicos

La biotecnología es el empleo de organismos vivos para la obtención de un bien o servicio útil para el hombre. Así, la biotecnología tiene una larga historia, que se remonta a la fabricación del vino, el pan, el queso y el yogurt. El descubrimiento de que el jugo de uva fermentado se convierte en vino, que la leche puede convertirse en queso o yogurt, o que se puede hacer cerveza fermentando soluciones de malta y lúpulo, fue el comienzo de la biotecnología, hace miles de años.

Aunque en ese entonces los hombres no entendían cómo ocurrían estos procesos, podían utilizarlos para su beneficio. Los científicos hoy saben que las bacterias y los hongos fabrican una amplia gama de compuestos químicos y enzimas que pueden emplearse eficientemente en la industria de detergentes, papel, textil, alimenticia y farmacéutica, entre otras. Estas aplicaciones constituyen lo que se conoce como biotecnología tradicional y se basa en la obtención y utilización de los productos del metabolismo de los microorganismos.

La biotecnología moderna, en cambio, surge en la década de los '80, y utiliza técnicas, denominadas en su conjunto "ingeniería genética", para modificar y transferir genes de un organismo a otro. De esta manera es posible producir insulina humana en bacterias y, consecuentemente, mejorar el tratamiento de la diabetes. Por ingeniería genética también se fabrica la quimosina, enzima clave para la fabricación del queso y que evita el empleo del cuajo en este proceso. La ingeniería genética hoy se usa también para mejorar los cultivos. Por ejemplo, es posible transferir un gen proveniente de una bacteria del suelo a la planta de algodón, para que ésta fabrique una proteína insecticida que mata específicamente a ciertos insectos que normalmente destruyen el cultivo. De esta



*La ingeniería genética o metodología del ADN recombinante permite transferir genes de un organismo a otro. La metodología empleada se conoce como "transformación genética" y el organismo resultante se denomina transgénico, genéticamente modificado o recombinante.*

manera, el cultivo resulta resistente a la plaga y no hay que usar insecticida para controlarla.

Hoy los fitomejoradores cuentan con diferentes herramientas para mejorar sus variedades, entre ellas el cruzamiento (la principal), la mutagénesis (usada para generar el trigo duro y el pomelo rosado, por ejemplo) y otras más nuevas, como los marcadores moleculares, las tecnologías "ómicas" y la ingeniería genética. El gran potencial que aporta la ingeniería genética es la posibilidad de incorporar genes o características que no están presentes en individuos de la misma especie.

## II Objetivos y aplicaciones de la biotecnología vegetal

Así como la ingeniería genética se emplea para introducir genes en las bacterias para que produzcan medicamentos o enzimas industriales, también sirve para incorporar nuevos genes a las plantas con el fin de mejorar los cultivos. El empleo de la ingeniería genética o transgénesis en el mejoramiento vegetal se denomina agrobiotecnología, biotecnología agrícola, biotecnología verde o biotecnología vegetal. Sus objetivos se centran en lograr mejoras de rasgos tanto agronómicos como de calidad de los cultivos. Más allá del mejoramiento, estas técnicas se pueden usar también para fabricar moléculas de interés en plantas.

**Mejoramiento de rasgos agronómicos** (también llamados en inglés “input traits”), como por ejemplo:

- ★ Rendimiento.
- ★ Características morfológicas (tamaño del grano, altura de la planta, etc.).
- ★ Resistencia a plagas y enfermedades (virus, insectos, hongos, etc.).
- ★ Tolerancia a herbicidas.
- ★ Tolerancia a condiciones ambientales adversas (salinidad, heladas, sequía, etc.).

Son ejemplos de estas mejoras los cultivos que actualmente se comercializan en el mundo: soja, maíz, algodón y canola tolerantes a herbicida, maíz y algodón resistentes a insectos, papaya resistente a virus, entre otros.

**Mejoras de características relacionadas con la calidad** (también llamadas en inglés “output traits”), a través de la modificación en las vías metabólicas y la composición de los cultivos. Dentro de estas aplicaciones se encuentran:

- ★ Alimentos más saludables y seguros, como aceite de soja con una composición más saludable de ácidos grasos, maní hipoalergénico y arroz con niveles aumentados de pro-vitamina A.
- ★ Alimentos más aptos para alimentación animal, como pasturas más fáciles de digerir, y maíz con mayor contenido de aminoácidos esenciales.
- ★ Cultivos pensados para determinadas aplicaciones industriales, como granos con más aceite o con diferente composición de ácidos grasos para combustible, y madera con menos lignina para la fabricación del papel. También pueden incluirse en este grupo los frutos con maduración retardada.
- ★ Cambios en las propiedades de las plantas para fitorremediación (la remediación de suelos y aguas contaminadas usando plantas).
- ★ Modificaciones en las características decorativas de las plantas ornamentales (color y duración de las flores, calidad del césped, etc.).

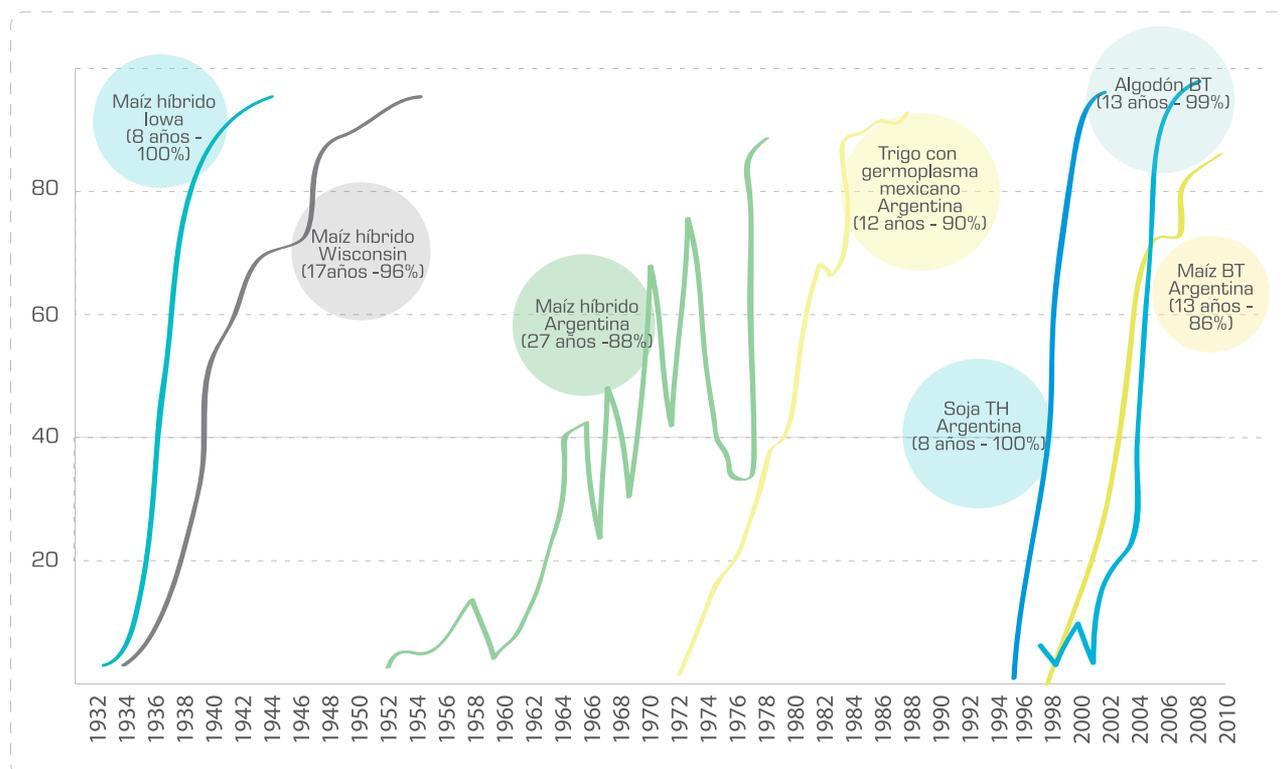
**Empleo de plantas como fábricas de moléculas**, como anticuerpos, vacunas, enzimas industriales y biopolímeros, entre otros productos de interés.

### III Los cultivos transgénicos en Argentina

En Argentina se cultivan maíz, soja y algodón genéticamente modificados (GM) o transgénicos. Las características incorporadas hasta el momento son la resistencia a insectos y la tolerancia a herbicida, o ambas, combinadas en la misma planta.

La introducción de estas tecnologías ocurrió en 1996 y desde ese entonces la adopción creció a un ritmo acelerado debido a los beneficios inmediatos percibidos por el productor agropecuario. Estos beneficios se centran en

las mejoras en el rendimiento y la calidad, así como en la reducción de costos y en la flexibilidad y simplificación del manejo. Más allá del productor, los transgénicos han aportado beneficios ambientales a través de la reducción en el uso de insecticidas, el reemplazo de herbicidas por otros más amigables y la sinergia con la siembra directa, relacionada con la conservación del suelo, menor uso de combustible y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

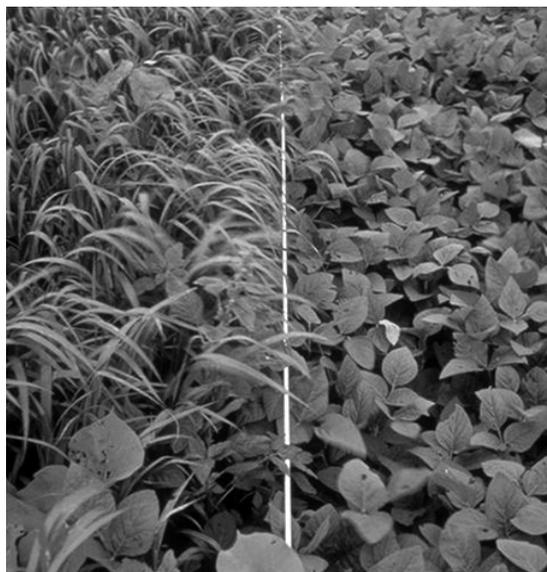


*Velocidad de adopción de diferentes tecnologías en Argentina y Estados Unidos. La evolución de la incorporación de los cultivos transgénicos a los procesos productivos en Argentina fue mucho más rápida que para otras tecnologías, como la del maíz híbrido y los trigos con germoplasma mexicano. Mientras los maíces híbridos tardaron 27 años en alcanzar el máximo de aceptación, los maíces GM lo hicieron en apenas 13 años, y los trigos mexicanos llegaron en 12 años al porcentaje de adopción que ostentó la soja en sólo 4 campañas. Incluso en comparación con Estados Unidos, estas tasas sólo se asemejan a la de la adopción de los maíces híbridos en la década de 1930 (tomado de Trigo E. 2011).*

## III.A Cultivos tolerantes a herbicida (TH)

El crecimiento de las malezas disminuye drásticamente el rendimiento y la calidad de los cultivos. Muchos herbicidas sirven para un determinado tipo de malezas y suelen dejar residuos que permanecen en el suelo por años. El empleo de cultivos tolerantes a herbicidas resuelve estos problemas, ya que estos cultivos son tolerantes a los herbicidas de amplio espectro (es decir, eliminan a casi todas las plantas, excepto aquellas tolerantes a dichos herbicidas) y de menor efecto residual que otros herbicidas. Además, el productor se beneficia porque además de controlar las malezas más fácilmente, con estos cultivos puede usar métodos de labranza conservacionistas, como la siembra directa, que ayuda a conservar el suelo y la humedad, simplifica el manejo y reduce los costos de producción.

*Soja tolerante a glifosato, tratada (derecha) y sin tratar (izquierda) con el herbicida.*



Como método alternativo, se puede obtener la tolerancia a glifosato por introducción del gen de la EPSPS de la propia planta, pero con modificaciones en su secuencia para que la enzima resulte resistente al herbicida.

### Tolerancia al glifosato

En las plantas, la enzima 3-enolpiruvil-shiquimato-5-fosfato sintasa (EPSPS) es clave en las rutas metabólicas que llevan a la producción de los aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina y triptófano). Esta enzima sólo está presente en plantas y microorganismos, tales como bacterias y hongos, y ausente en animales y humanos. En la década de 1970 se descubrió que el glifosato inhibía a la enzima EPSPS, impidiendo la producción de aminoácidos aromáticos.

Los aminoácidos son esenciales para la síntesis proteica y las proteínas son necesarias para el crecimiento y las funciones vitales, por lo tanto, la aplicación del glifosato lleva a la muerte de la planta. Las plantas tolerantes a glifosato tienen el gen *epsps* de la cepa CP4 de la bacteria del suelo *Agrobacterium tumefaciens*. Como la enzima EPSPS producida en esta cepa bacteriana no es afectada por el glifosato, su introducción en el genoma de las plantas las vuelve tolerantes al herbicida.

En Argentina la tolerancia a glifosato ha sido incorporada a variedades comerciales de soja, maíz y algodón.

*En el capítulo sobre "Uso y manejo responsable de las tecnologías" se plantea el problema de la aparición de malezas resistentes a herbicidas y su manejo a través del enfoque denominado "manejo integrado", basado en el empleo de diferentes prácticas agronómicas y herbicidas para prevenir el desarrollo de resistencia y que puede aplicarse a todos los tipos de producción.*

### III.B Cultivos resistentes a insectos (Bt)

Ciertos lepidópteros, como el barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*), el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y la oruga o isoca de la espiga (*Helicoverpa zea*) constituyen las principales plagas de los cultivos de maíz en nuestro país. Sus larvas se alimentan de los tallos, las hojas y las espigas, dejando galerías que dañan la planta, la quiebran, impiden el transporte de nutrientes y sustancias y son vía de entrada para hongos, cuyas toxinas (micotoxinas) son muy peligrosas para nuestra salud.

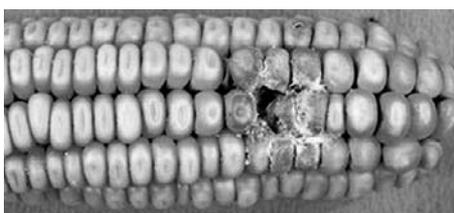
Entre las plagas del maíz también hay insectos coleópteros, como la vaquita de San Antonio (*Diabrotica speciosa*), cuyas larvas son subterráneas y dañan a las raíces del maíz.

La denominación Bt deriva de *Bacillus thuringiensis*, una bacteria que vive en el suelo y cuyas esporas contienen proteínas tóxicas para las larvas de ciertos insectos. Estas proteínas, denominadas Cry, se activan en el sistema digestivo de la larva y se adhieren a su intestino, paralizándolo. Como consecuencia, la larva deja de alimentarse y muere a los pocos días. Las toxinas Cry son consideradas inocuas para mamíferos, pájaros e insectos "no-blanco". Hay varias proteínas Cry (y por lo tanto diferentes genes cry), cada una específica para un tipo o grupo de insectos.

El maíz Bt es un maíz transgénico o genéticamente modificado que produce en sus tejidos proteínas Cry. Así, cuando las larvas del barrenador del tallo intentan alimentarse de la hoja o del tallo del maíz Bt, mueren. Más recientemente se han incorporado al maíz otras proteínas



*Diatraea saccharalis*  
(barrenador del tallo) en  
la caña del maíz



*Hongos productores de*  
*micotoxinas en espiga*  
*de maíz dañada por*  
*larvas de insectos*

insecticidas de *Bacillus thuringiensis*, denominadas Vip, que al igual que las proteínas Cry, se unen específicamente a receptores del sistema digestivo de los insectos plaga que controlan.

Los beneficios que presenta el maíz Bt se centran en la posibilidad que tiene el agricultor de controlar las plagas sin emplear insecticidas, lo que constituye, además, un beneficio directo para el medio ambiente. En particular, el control eficiente de las plagas permite una máxima expresión del potencial de rendimiento, un manejo más flexible de las fechas de siembra y cosecha, y una mejor calidad del grano. Por su parte, la reducción en el nivel de micotoxinas es un beneficio para la salud humana y animal.

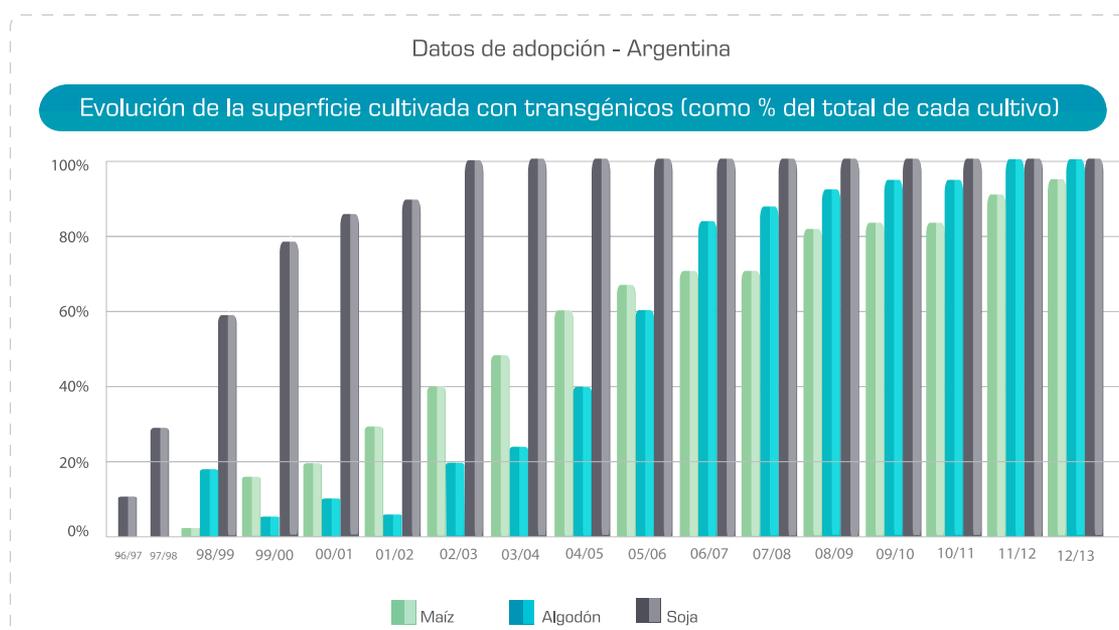
De la misma manera que el maíz Bt, el algodón Bt resulta de la incorporación de los genes cry al genoma del algodón. Así, el algodón Bt que se cultiva en Argentina también es resistente a insectos lepidópteros y en particular, a la oruga del capullo, la oruga de la hoja del algodonero y la lagarta rosada.

Los genes cry también se han introducido en la soja para lograr la resistencia a lepidópteros; aunque aún no se siembran, estas variedades estarán disponibles comercialmente muy pronto.

*En el capítulo sobre "Uso y manejo responsable de las tecnologías" se plantea el problema de la aparición de resistencia en los insectos plaga y los programas desarrollados para prevenirla, basados en el conocimiento sobre las plagas y la dosis de expresión de las proteínas Bt en la planta, el manejo integrado de plagas (MIP) y el desarrollo de modos de acción alternativos.*

## III.C Datos de adopción - Argentina

Evolución de la superficie cultivada con transgénicos (como % del total de cada cultivo)



Para obtener los datos actualizados y más gráficos relacionados con la adopción de cultivos transgénicos, ingrese a [www.argenbio.org](http://www.argenbio.org).

Evolución de la superficie con transgénicos (en miles de hectáreas)

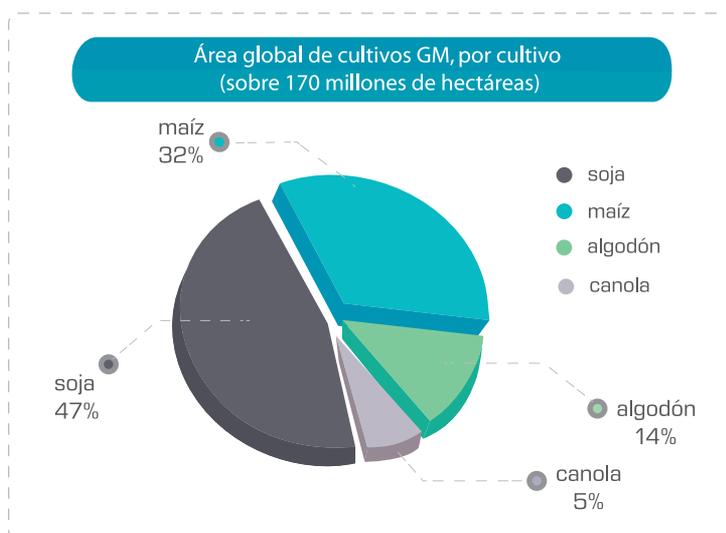
	Soja TH	Maíz Bt	Maíz TH	Maíz Bt X TH	Algodón Bt	Algodón TH	Algodón Bt X TH	Total
96/97	370	-	-	-	-	-	-	370
97/98	1.756	-	-	-	-	-	-	1.756
98/99	4.800	13	-	-	5	-	-	4.818
99/00	6.640	192	-	-	12	-	-	6.844
00/01	9.000	580	-	-	25	-	-	9.605
01/02	10.925	840	-	-	10	-	-	11.775
02/03	12.446	1.120	-	-	20	0,6	-	13.586
03/04	13.230	1.600	-	-	58	7	-	14.854
04/05	14.058	2.008	14,5	-	55	105	-	16.241
05/06	15.200	1.625	70	-	22,5	165	-	17.082
06/07	15.840	2.046	217	-	88	232	-	18.423
07/08	16.600	2.509	369	82	162,3	124	-	19.846
08/09	17.000	1.536	320	800	72	210	-	19.938
09/10	18.182	1.408	256	992	42,3	47	367	21.294
10/11	18.700	1.599	287	1.640	7,7	55,9	552,3	22.842
11/12	18.800	1.400	400	2.400	-	69	506	23.575
12/13	19.120	1.322	365	2.689	-	52	378	23.926

Bt: resistente a insectos, TH: tolerante a herbicida, Bt X TH: ambas características acumuladas. Para obtener los datos actualizados y más gráficos relacionados con la adopción de cultivos transgénicos, ingrese a [www.argenbio.org](http://www.argenbio.org)

## IV Los cultivos transgénicos en el mundo

Según el informe del ISAAA (Servicio para la Adquisición de Aplicaciones Agrobiotecnológicas), en 2012 se sembraron 170 millones de hectáreas con cultivos GM.

También se sembraron, en superficies pequeñas, variedades GM de papaya, zapallo, alfalfa, remolacha azucarera, álamo, clavel. Fuente: ISAAA, 2012. Para obtener los datos actualizados y más gráficos relacionados con la adopción de cultivos transgénicos, ingrese a [www.argenbio.org](http://www.argenbio.org).



Nro.	País	Área (millones de ha.)	Cultivo
1	EE.UU.	69,5	Maíz, soja, algodón, canola, remolacha azucarera, alfalfa, papaya y calabaza
2	Brasil	36,6	Soja, maíz y algodón
3	Argentina	23,9	Soja, maíz y algodón
4	Canadá	11,6	Canola, maíz, soja y remolacha azucarera
5	India	10,8	Algodón
6	China	4,0	Algodón, papaya, álamo, tomate y pimiento
7	Paraguay	3,4	Soja, algodón
8	Sudáfrica	2,9	Maíz, soja y algodón
9	Pakistán	2,8	Algodón
10	Uruguay	1,4	Soja y maíz
11	Bolivia	1,0	Soja
12	Filipinas	0,8	Maíz
13	Australia	0,7	Algodón y canola
14	Burkina Faso	0,3	Algodón
15	Myanmar	0,3	Algodón
16	México	0,2	Algodón y soja
17	España	0,1	Maíz
18	Chile*	<0,1	Maíz, soja, canola
19	Colombia	<0,1	Algodón
20	Honduras	<0,1	Maíz
21	Portugal	<0,1	Maíz
22	Rep. Checa	<0,1	Maíz
23	Sudán	<0,1	Algodón
24	Egipto	<0,1	Maíz
25	Eslovaquia	<0,1	Maíz
26	Costa Rica*	<0,1	Algodón, soja
27	Rumania	<0,1	Maíz
28	Cuba	<0,1	Maíz

\* Sólo para producción de semillas. Fuente: ISAAA, 2012. Para obtener los datos actualizados y más información relacionada con la adopción de cultivos transgénicos en el mundo, ingrese a [www.argenbio.org](http://www.argenbio.org)

## V La seguridad de los cultivos transgénicos

Los cultivos genéticamente modificados autorizados para su comercialización son seguros para el ambiente y producen alimentos seguros para el consumo humano y animal. Se han estudiado cuidadosamente y cumplen con las normas de seguridad ambiental y alimentaria establecidas en Argentina por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MinAgri) y sus comités científicos asesores, así como por las autoridades correspondientes en los países donde están aprobados.

### La evaluación de riesgo

Antes de ser autorizados para su siembra, consumo y comercialización, la seguridad de los cultivos transgénicos es evaluada a través de un proceso denominado "evaluación de riesgo". Este se basa en un enfoque comparativo y criterios científicos consensuados internacionalmente, y se realiza "caso por caso".

Para la evaluación de riesgo se tienen en cuenta los genes introducidos y las proteínas nuevas, la historia de uso de la proteína introducida, de qué organismo proviene, en qué órganos de la planta se fabrica y la estabilidad genética de la característica introducida.

Desde el punto de vista agronómico, se compara el cultivo transgénico con su par convencional, considerando aspectos morfológicos y fisiológicos de la planta, su potencial de sobrevivir como maleza, la producción y viabilidad del polen, y la transferencia de genes a otras plantas. También se estudia la posible toxicidad de la proteína nueva y del cultivo transgénico para los organismos benéficos y no blanco y su degradabilidad en el suelo. Estos estudios permiten demostrar que el comportamiento agronómico del cultivo transgénico es equivalente a su par convencional, salvo en la característica introducida.

Con respecto a los riesgos derivados del consumo humano o animal de los cultivos transgénicos, la evaluación debe asegurar que la modificación genética no haya provocado la aparición de toxinas o alérgenos, y que la composición y aptitud nutricional del alimento sean iguales a las de sus pares convencionales. Cuando los cambios en la composición del alimento son intencionales (por ej. modificación de ácidos grasos) debe estudiarse el balance nutricional más en detalle, sobre todo si se pretende que el nuevo producto reemplace al convencional.

### Qué dicen los expertos

A la exhaustiva evaluación de riesgo se suma la evidencia que aportan cientos de estudios científicos publicados en revistas con referato y revisión por pares, y no menos importante, la opinión de expertos de todo el mundo que ratifican que los productos de la biotecnología agrícola son tan seguros como sus contrapartes convencionales. Entre estas opiniones se destacan las de asociaciones como la Organización Mundial de la Salud, la Comisión Europea, la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia, la Sociedad de Medicina del Reino Unido y la Unión de Academias de Ciencias de Alemania, por citar sólo algunas.

### La historia de uso seguro

La historia de los transgénicos lleva más de 17 años. Con un crecimiento sostenido de la adopción en todo el mundo, en 2012 se cultivaron en 170 millones de hectáreas en 28 países. Los miles de millones de toneladas que se producen son consumidos no sólo donde se siembran sino también en los países hacia donde se exportan (Japón, UE, China, México, por citar algunos). A lo largo de esta historia, y en este escenario global, no se ha reportado ningún caso de daño debido a la tecnología.

## El marco regulatorio argentino

En Argentina, la autorización para la comercialización de un cultivo transgénico está a cargo de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, y se basa en los informes técnicos elaborados por tres Direcciones y sus Comisiones Asesoras:

- ★ La Dirección de Biotecnología y la Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria (CONABIA),
- ★ La Dirección de Calidad Agroalimentaria del SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria) y su Comité Técnico Asesor sobre uso de Organismos Genéticamente Modificados, y
- ★ La Dirección Nacional de Mercados Agrícolas.

La Dirección de Biotecnología y la CONABIA evalúan los posibles riesgos que puede causar la introducción del cultivo transgénico en los agroecosistemas. Esta evaluación ocurre en dos etapas. Durante la primera, se determina si el cultivo transgénico puede o no ensayarse en condiciones experimentales en el campo (condiciones de confinamiento). Durante la segunda, que transcurre después de tales ensayos, se evalúa la posibilidad de que el cultivo transgénico se siembre en gran escala (no confinado). Como resultado final, se autoriza la liberación del cultivo transgénico para su siembra a escala comercial.

La Dirección de Calidad Agroalimentaria del SENASA y el Comité Técnico Asesor sobre uso de OGM del SENASA evalúan los riesgos potenciales para la salud animal y humana derivados del consumo, como alimento, del cultivo transgénico o sus subproductos.

Estudian la presencia de tóxicos, alérgenos y de posibles modificaciones nutricionales que se podrían haber introducido por la transformación genética.

La Dirección Nacional de Mercados Agrícolas determina la conveniencia de la comercialización del material gené-

---

*Argentina es pionera no sólo en adopción, sino también en la regulación de los cultivos genéticamente modificados, con un sistema creado en 1991, cinco años antes de la autorización de la soja transgénica. Además de garantizar la adopción segura de los productos de la biotecnología agrícola, el sistema regulatorio argentino se destaca por su sólida trayectoria, que ha servido como ejemplo a muchos países de la región y del mundo.*

---

ticamente modificado de manera de evitar potenciales impactos negativos en las exportaciones argentinas.

Luego de considerar los tres informes técnicos mencionados, el Secretario de Agricultura, Ganadería y Pesca toma la decisión final y autoriza la siembra, consumo (humano y animal) y comercialización del cultivo GM (evento de transformación) analizado.

## Aprobaciones comerciales

Es importante destacar que no es el cultivo el que recibe la autorización para siembra, consumo o comercialización, sino el evento de transformación genética, o simplemente "evento". Este puede definirse como "la inserción en el genoma vegetal en forma estable y conjunta de uno o más genes que forman parte de una construcción definida."

Los eventos de transformación son únicos, y difieren en los elementos y genes insertados, los sitios de inserción en el genoma de la planta, el número de copias del inserto, los patrones y niveles de expresión de las proteínas de interés, etc. Los eventos pueden además acumularse por cruzamiento convencional, para obtener fácilmente plantas con varias características combinadas.

## Eventos y combinaciones de eventos aprobados para siembra, consumo y comercialización

Cultivo	Característica introducida	Evento o combinación	Año de aprobación
Soja	tolerancia a glifosato	40-3-2	1996
Maíz	resistencia a lepidópteros	176	1998
Maíz	tolerancia a glufosinato de amonio	T25	1998
Algodón	resistencia a lepidópteros	MON531	1998
Maíz	resistencia a lepidópteros	MON810	1998
Algodón	tolerancia a glifosato	MON 1445	2001
Maíz	resistencia a lepidópteros	Bt11	2001
Maíz	tolerancia a glifosato	NK603	2004
Maíz	resistencia a lepidópteros y tolerancia a glufosinato de amonio	TC1507	2005
Maíz	tolerancia a glifosato	GA21	2005
Maíz	tolerancia a glifosato y resistencia a lepidópteros	NK603 X MON810	2007
Maíz	resistencia a lepidópteros y tolerancia a glufosinato de amonio y glifosato	1507xNK603	2008
Algodón	resistencia a lepidópteros y tolerancia a glifosato	MON531xMON1445	2009
Maíz	tolerancia a glifosato y resistencia a lepidópteros	Bt11xGA21	2009
Maíz	tolerancia a glifosato y resistencia a coleópteros	MON88017	2010
Maíz	resistencia a lepidópteros	MON89034	2010
Maíz	tolerancia a glifosato y resistencia a lepidópteros y coleópteros	MON89034 x MON88017	2010
Maíz	resistencia a lepidópteros	MIR162	2011
Soja	tolerancia a glufosinato de amonio	A2704-12	2011
Soja	tolerancia a glufosinato de amonio	A5547-127	2011
Maíz	resistencia a lepidópteros y tolerancia a glifosato y glufosinato de amonio	Bt11xGA21xMIR162	2011
Maíz	tolerancia a glifosato y a inhibidores de la als	DP-098140-6	2011
Maíz	resistencia a coleópteros	MIR604	2012
Maíz	resistencia a coleópteros y lepidópteros, y tolerancia a glifosato y glufosinato de amonio	Bt11 x MIR162 x MIR604 x GA21	2012
Maíz	resistencia a lepidópteros y tolerancia a glifosato y glufosinato de amonio	MON89034 x TC1507 x NK603	2012
Maíz	resistencia a lepidópteros y tolerancia a glifosato	MON89034 x NK603	2012
Soja	resistencia a lepidópteros y tolerancia a glifosato	MON87701 X MON89788	2012
Soja	tolerancia a imidazolinonas	CV127	2013
Maíz	resistencia a lepidópteros y tolerancia a glifosato y glufosinato de amonio	TC1507 x MON810 x NK603	2013
Maíz	resistencia a lepidópteros y tolerancia a glufosinato de amonio	TC1507 x MON810	2013

Para obtener los datos actualizados y más información sobre cada evento, ingrese al sitio del MinAgri ([http://64.76.123.202/site/agregado\\_de\\_valor/biotecnologia/55-OGM\\_COMERCIALES/index.php](http://64.76.123.202/site/agregado_de_valor/biotecnologia/55-OGM_COMERCIALES/index.php)) o a [www.argenbio.org](http://www.argenbio.org).

## VI Quince años de cultivos transgénicos en la agricultura argentina

*Cuando se cumplieron los quince años desde la adopción del primer cultivo transgénico en Argentina, ArgenBio auspició el trabajo de investigación "Quince años de cultivos transgénicos en la agricultura argentina", realizado por el Dr. Eduardo Trigo. En este trabajo el autor evaluó el impacto de los quince años de adopción de los cultivos genéticamente modificados en la agricultura argentina, y concluyó que el proceso de incorporación de esta nueva tecnología tuvo un profundo impacto de transformación en toda la economía del país, que el carácter de adoptante temprano de Argentina fue clave en este proceso y que es fundamental seguir a la vanguardia.*

*Sigue a continuación el resumen ejecutivo del estudio. Se puede acceder al documento completo en la Biblioteca de ArgenBio, en [www.argenbio.org](http://www.argenbio.org)*

La Argentina es uno de los países líderes en la utilización en su agricultura de cultivos genéticamente modificados (GM), con más de 22 millones de hectáreas dedicadas a los cultivos de soja, maíz y algodón que utilizan este tipo de tecnologías. El proceso de adopción de las mismas se inició en el año 1996 con la introducción de la primera soja tolerante al herbicida glifosato y ha continuado ininterrumpidamente, con una dinámica de adopción casi sin precedentes a escala mundial y que ha llevado, a que en la actualidad, este tipo de tecnologías se utilicen en prácticamente la totalidad del cultivo de soja, en el 86% del área de maíz y el 99% de la superficie de algodón. Este proceso le ha reportado al país un beneficio bruto acumulado de 72.645,52 millones de dólares. De este total, 65.435,81 millones correspondieron a la soja tolerante a herbicida, 5.375 millones a maíces resistentes a insectos (Bt) y tolerantes a herbicida (eventos simples y acumulados), y 1.834 millones a algodones resistentes a insectos y tolerantes a herbicida (eventos simples y acumulados).

Adicionalmente a los beneficios mencionados, se ha estimado también el impacto que las tecnologías GM han tenido en términos de generación de empleos, desde el momento de su introducción hasta la última campaña (2010/11). Según las estimaciones realizadas en los 15 años desde su adopción, el total de empleos generados por

la economía argentina que podrían ser atribuidos a estas tecnologías sería de más de 1,8 millones.

La estimación de los beneficios mencionados se ha realizado en base a un modelo matemático desarrollado por el INTA (SIGMA), el cual utiliza información obtenida a partir del Estudio del Perfil Tecnológico del Sector Agropecuario Argentino, complementado con información del MAGyP, ArgenBio, INDEC y FAO. El modelo permite tanto el cálculo de los beneficios brutos como de la forma en que los mismos se han distribuido entre los distintos actores productivos y el Estado. En este sentido, en el caso de la soja tolerante a herbicida, el valor bruto de los beneficios obtenidos por la reducción de costos fue de 3.518,66 millones de dólares y por la expansión de la superficie cultivable, de



61.917,15 millones de dólares. En cuanto a la distribución de estos beneficios, 72,4% fueron a los productores, 21,2 al estado nacional – a través de las retenciones y otros impuestos - y el 6,4% restante a los proveedores de las tecnologías (semillas y herbicidas, distribuidos aproximadamente en partes iguales). En el caso del maíz, los beneficios acumulados se distribuyeron en un 68,2% para los productores, 11,4% para el estado nacional y 20,4% para los proveedores de tecnologías (con el grueso, un 19%, para el sector de los semilleros). Finalmente, los beneficios en el caso del algodón fueron mayoritariamente a los productores (un 96%), con un 4 % para los proveedores de las tecnologías (3% a los proveedores de semillas y el resto a los de agroquímicos).

Dada la importancia de la producción de soja argentina en el mundo, se estimó, utilizando la misma información generada para el análisis del impacto en la Argentina, el impacto global, en términos de ahorro para los consumidores, que ha tenido la adopción de esta tecnología por parte de los agricultores argentinos en el gasto



de los consumidores (por reducción del precio global). El total acumulado para el periodo 1996-2011 se estimó en unos 89.000 millones de dólares, lo que sumado al beneficio bruto acumulado en el país (65.000 millones de dólares), daría un beneficio total de la soja tolerante a herbicida de unos 154.000 millones de dólares. En términos de precios, los estimados indican que si este proceso de adopción no hubiese ocurrido, el precio internacional de la soja hubiese sido, en 2011, un 14% más alto que lo que fue.



Este documento está organizado en cinco capítulos. El primero, a modo de introducción, sintetiza los aspectos salientes del proceso de incorporación de los cultivos genéticamente modificados en la agricultura argentina, a través de la historia de las autorizaciones para ensayos a campo y para siembra comercial, la composición (por cultivo y característica) y el origen de las mismas, así como la dinámica de adopción en comparación con otras tecnologías de importancia a nivel nacional y mundial.

El capítulo 2 representa el cuerpo principal del estudio, y allí se presenta el análisis del impacto económico mencionado más arriba. Por su parte, el capítulo 3 muestra, usando la misma metodología que la empleada para el análisis retrospectivo, una estimación de los potenciales beneficios que se podrían generar con el cultivo comercial de una soja con tolerancia a herbicida y resistencia a insectos (eventos acumulados) y de un trigo tolerante a sequía, para tres escenarios posibles de precios y adopción. Los resultados indican que de liberarse estas tecnologías a partir de la próxima campaña, los beneficios acumulados en los diez años siguientes serían de 9.131-26.073 millones de dólares en el caso de la soja y 526-1.923 millones en el caso del trigo, dependiendo de los diferentes escenarios.

En el capítulo 4 se analizan algunos impactos ambientales vinculados con las nuevas tecnologías, haciendo énfasis en la particular sinergia existente entre la expansión de las variedades GM y la práctica de la siembra directa, y el impacto positivo que ésta ha tenido en la estructura de los suelos y la eficiencia energética de las labores agrícolas. Estas prácticas generaron una reducción en el consumo de combustible para estos cultivos de un 38%, y también una sustantiva reducción en la utilización de herbicidas con mayor poder residual que el glifosato, lo

que significó un importante efecto positivo en lo ambiental. Sin embargo, también han planteado interrogantes, como por ejemplo aquellos asociados a la expansión del monocultivo de soja y lo que éste implica en términos de la “exportación” de los nutrientes del suelo, y el avance de la agricultura hacia nuevas áreas con recursos más “frágiles” fuera de la región pampeana. Todos estos aspectos son relevantes y deben ser monitoreados, pero no cabe duda de que el paquete soja tolerante a herbicida + siembra directa es una alternativa superadora con respecto a la situación precedente, aunque por sí solo no resuelve todos los problemas de sostenibilidad implícitos en el proceso de intensificación agrícola.

Finalmente, el capítulo 5, y como corolario, plantea el desafío de mantenerse como adoptante temprano. Partiendo de la información presentada a lo largo del documento, se plantean las ventajas que tuvo Argentina por haber aprovechado casi conjuntamente con el mercado norteamericano los beneficios de utilizar una tecnología novedosa. Se advierte, entonces, sobre las ventajas de estar en la punta de este tipo de procesos innovativos, y por extensión, sobre los riesgos – o costos de oportunidad – que tendría para el país un proceso de incorporación de tecnologías menos dinámico del que se ha dado en el pasado. Alejarse de la frontera de la innovación puede tener consecuencias palpables para la Argentina, y en el futuro mayores, quizás, que las que pudieron haber sido en el pasado. Continuar con el carácter de “adoptante temprano” pareciera ser entonces un tema estratégico de discusión en el cual deberían incorporarse cuestiones tales como los mecanismos de liberación comercial, la promoción de las inversiones en el sector y la redistribución de los beneficios en áreas de innovación, crecimiento económico y bienestar social.

## VII Cultivos transgénicos en desarrollo

### El “pipeline” de la biotecnología agrícola

Los cultivos que hoy están en el mercado representan apenas la “punta del iceberg” de una enorme cantidad de desarrollos que se encuentran en etapas de experimentación a campo y evaluación regulatoria en el mundo. A continuación se enumeran los desarrollos que estarían listos para su lanzamiento comercial o bajo evaluación en el sistema regulatorio en los próximos años.

#### Desarrollos en maíz:

- ★ Tolerancia a herbicidas 2,4-D, FOP, dicamba y otras combinaciones
- ★ Resistencia a insectos lepidópteros y coleópteros con un espectro de acción más amplio y nuevos modos de acción
- ★ Aumento del rendimiento
- ★ Tolerancia a sequía
- ★ Resistencia a hongos
- ★ Uso eficiente de nitrógeno
- ★ Incremento de etanol, para producción de biocombustible

#### Desarrollos en soja:

- ★ Tolerancia a herbicidas imidazolinonas, HPPD, 2,4-D y otras combinaciones
- ★ Resistencia a insectos hemípteros, además de lepidópteros
- ★ Resistencia a nematodos, resistencia a hongos
- ★ Aumento de rendimiento
- ★ Incremento de aceite
- ★ Aceite con omega-3, aceite con bajo contenido de saturados y cero grasas trans
- ★ Mejor eficiencia para alimentación animal

#### Desarrollos en algodón:

- ★ Tolerancia a herbicidas dicamba, glufosinato de amonio, DHT
- ★ Resistencia a insectos lepidópteros (nueva generación) y a chinche ligus
- ★ Tolerancia a sequía

#### Desarrollos en otros cultivos:

- ★ Canola/colza: tolerancia a herbicida (glifosato, glufosinato de amonio, dicamba), ácidos grasos saludables, calidad de aceite
- ★ Arroz: tolerancia a herbicida (glufosinato de amonio), arroz dorado 1 y 2 (beta-caroteno), resistencia a insectos, aumento del rendimiento
- ★ Alfalfa: menos lignina, aumento de rendimiento
- ★ Poroto: resistencia a virus (Geminivirus)
- ★ Berenjena: resistencia a insectos
- ★ Papa: resistencia a virus (PVY)
- ★ Remolacha azucarera: aumento del rendimiento
- ★ Caña de azúcar: tolerancia a herbicida, resistencia a insectos, aumento en el contenido de azúcar
- ★ Trigo: tolerancia a glifosato, aumento del rendimiento, tolerancia a sequía.

### Con foco en los alimentos: la biofortificación

Si bien hasta hoy los cultivos genéticamente modificados que han llegado al mercado llevan características que benefician directamente a la producción agrícola, hay muchos desarrollos que incluyen la introducción o modificación de características que pueden ser aprovechadas directamente por la industria o el consumidor. En esta nueva generación de cultivos transgénicos se buscan cambios específicos en la composición de las plantas para obtener perfiles composicionales más saludables o seguros, e incluso lograr ciertos beneficios adicionales para la salud (alimentos funcionales).

Muchos de estos proyectos buscan incrementar ciertos nutrientes, como una manera de combatir deficiencias como la falta de vitaminas, hierro o proteínas. En este sentido, la biotecnología agrícola es una herramienta poderosa, y junto con otras técnicas de mejoramiento puede generar cultivos enriquecidos en nutrientes clave (o biofortificados). La biofortificación, a su vez, sumada a la suplementación y una dieta balanceada, contribuye significativamente a mejorar la salud de las personas.

A continuación se describen tres proyectos que persiguen el objetivo de la biofortificación:

**Arroz dorado** - Es un tipo de arroz desarrollado por investigadores suizos, al que se le agregaron los genes necesarios para producir beta caroteno, el precursor de la vitamina A. El arroz dorado pretende aportar vitamina A a las poblaciones que no consumen diariamente la suficiente cantidad de esta vitamina. La Organización Mundial de la Salud estima que cada año alrededor de 500.000 niños en todo el mundo pierden la vista y que hay 2 millones de muertes por complicaciones debidas a deficiencias en vitamina A. Estos problemas se manifiestan especialmente en el sudeste asiático, donde el arroz es un alimento básico. Se ha demostrado que el beta caroteno está bio-disponible en el arroz dorado, y que una taza sería capaz de proveer la mitad de la ingesta diaria recomendada. Aunque todavía no está disponible comercialmente, ya está siendo ensayado



a campo (más información en [www.goldenrice.org](http://www.goldenrice.org)).

**BioCassava Plus** - Este proyecto integra herramientas de mejoramiento convencionales y modernas, y tiene como objetivo biofortificar la mandioca, un cultivo de gran importancia como alimento en los países tropicales. En particular, los científicos se proponen incrementar la cantidad de provitamina A, vitamina E, hierro, zinc y proteína, y al mismo tiempo disminuir los niveles de glucósidos cianogénicos (principalmente laminarina), compuestos tóxicos que pueden afectar la salud cuando se ingiere la mandioca mal cocida. Por ahora han logrado alcanzar los niveles deseados de provitamina A y vitamina E, aunque sólo el 50% de los niveles deseados de zinc y hierro. Por otra parte, consiguieron aumentar los niveles de proteínas y disminuir los de glucósidos cianogénicos (más información en [www.danforthcenter.org/science/programs/international\\_programs/bcp](http://www.danforthcenter.org/science/programs/international_programs/bcp)).

**Sorgo biofortificado** - Varios centros de investigación de África están llevando a cabo el proyecto regional Africa Biofortified Sorghum, que pretende usar la ingeniería genética para fortificar el sorgo con provitamina A, vitamina E, hierro, zinc y aminoácidos. Hasta ahora han logrado incrementar los niveles de vitamina E y tres aminoácidos importantes, así como reducir la cantidad de la proteína de almacenamiento kafirina, para que el sorgo sea más fácil de digerir. También se ha logrado reducir la cantidad de ácido fítico, y de esta manera, hacer que tanto el zinc como el hierro puedan ser absorbidos mejor por el cuerpo humano. Se espera que las primeras semillas mejoradas puedan ser sembradas en 2017 (más información en <http://biosorghum.org/>).

## Desarrollos argentinos

*A continuación se mencionan desarrollos que están llevando a cabo instituciones y empresas argentinas en materia de biotecnología agrícola. Estos desarrollos han pasado con éxito las pruebas de laboratorio y fueron o están siendo ensayados en invernadero y/o a campo.*

### **Papa resistente al virus PVY**

Laboratorio de Biotecnología Vegetal Tecnoplant/SIDUS S.A. – INGEBI/CONICET  
Luego de varios años de ensayos a campo, está en la última fase de evaluación de riesgo

### **Caña de azúcar tolerante al herbicida glifosato**

Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres - Chacra Experimental Agrícola  
En ensayos a campo

### **Trigo tolerante a sequía y salinidad**

Universidad Nacional del Litoral – INDEAR – CONICET  
En ensayos a campo

### **Naranja amargo sevillano resistente al virus de la tristeza de los cítricos**

INTA  
En ensayos en invernadero

### **Maíz resistente al virus del mal de Río Cuarto**

INTA  
En ensayos en invernadero y a campo

### **Trébol blanco con retraso de la senescencia**

Facultad de Agronomía de la UBA - Universidad del Litoral – CONICET – INTA  
En ensayos en invernadero y a campo

### **Pasto miel resistente a hongos**

Facultad de Agronomía de la UBA  
En ensayos en invernadero

### **Trigo, maíz y alfalfa tolerantes a estrés hídrico**

INTA  
En ensayos en invernadero

### **Alfalfa con antígenos de interés para uso en medicina veterinaria (molecular farming)**

INTA  
En ensayos en invernadero

### **Cártamo transgénico con producción de pro-quimosina (molecular farming)**

INDEAR – CONICET  
En ensayos a campo

## VIII Fuentes de consulta

### Sitios de internet

Aapresid - Asociación Argentina de Productores de Siembra Directa - [www.aapresid.org.ar](http://www.aapresid.org.ar)  
 ABC Agricultural Biotechnology Council- [www.abcinformation.org](http://www.abcinformation.org)  
 Acsoja – Asociación de la Cadena de Soja Argentina - [www.acsoja.org.ar/](http://www.acsoja.org.ar/)  
 Africa Harvest Biotech Foundation International (Ahbfi) - [www.africaharvest.org](http://www.africaharvest.org)  
 AfricaBio - <http://www.africabio.com/>  
 AgBioForum- [www.agbioforum.org](http://www.agbioforum.org)  
 Agbiosafety- [www.agbiosafety.unl.edu](http://www.agbiosafety.unl.edu)  
 Agricultural Research Service- <http://www.ars.usda.gov>  
 Agro-Bio Colombia- <http://www.agrobio.org>  
 AgroBio Mexico- [www.agrobiomexico.org.mx](http://www.agrobiomexico.org.mx)  
 ArgenBio - [www.argenbio.org/](http://www.argenbio.org/)  
 Asociación Semilleros Argentinos (ASA)- [www.asa.org.ar](http://www.asa.org.ar); <http://www.asabiotecnologia.com.ar/>  
 Biology Fortified - <http://www.biofortified.org/>  
 Biotechnology Industry Organization-[www.bio.org](http://www.bio.org)  
 Cámara Uruguaya de Semillas, CUS – [www.cus.org.uy](http://www.cus.org.uy)  
 CERA (Center for Environmental Risk Assessment) - <http://www.cera-gmc.org>  
 Chile Bio-<http://www.chilebio.cl>  
 CIB (Conselho de Informaço es sobre Biotecnologia)- <http://www.cib.org.br/>  
 Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) - [www.conicet.gov.ar](http://www.conicet.gov.ar)  
 Consejo para la Información sobre la Seguridad de los Alimentos y Nutrición, CISAN- [www.cisan.org](http://www.cisan.org)  
 Council for Agricultural Science and Technology (CAST) - <http://www.cast-science.org/>  
 Croplife International – <http://www.croplife.org/>  
 Croplife Latin America - <http://www.croplifela.org/>  
 Europabio - <http://www.europabio.org/>  
 European Food Information Council (EUFIC) - [www.eufic.org](http://www.eufic.org)  
 European Food Safety Authority <http://www.efsa.europa.eu/>  
 FAB - Foro Argentino de Biotecnología - [www.foarbi.org.ar](http://www.foarbi.org.ar)  
 FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) - [www.fao.org](http://www.fao.org)  
 Food Insight - [www.foodinsight.org](http://www.foodinsight.org)  
 Fundación Antama - [www.fundacion-antama.org](http://www.fundacion-antama.org)  
 Genoma España - [www.gen-es.org](http://www.gen-es.org)  
 GMO Answers - <http://gmoanswers.com/>  
 GMO Compass - <http://www.gmo-compass.org/>  
 GMO Safety - <http://www.gmo-safety.eu/>  
 Golden Rice [www.goldenrice.org](http://www.goldenrice.org)  
 Grupo Biotecnología - [www.grupobiotecnologia.com](http://www.grupobiotecnologia.com)  
 ILSI Argentina (International Life Sciences Institutes)- [www.ilsa.org.ar/](http://www.ilsa.org.ar/)  
 INBIO – Instituto de Biotecnología Agrícola de Paraguay - <http://www.inbio-paraguay.org/>  
 Information Systems for Biotechnology - [gophisb.biochem.vt.edu](http://gophisb.biochem.vt.edu)  
 INTA - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - [www.inta.gov.ar/](http://www.inta.gov.ar/)  
 INTI Biotecnología Industrial - <http://www.inti.gov.ar/biotecnologia/>

ISAAA, International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications - [www.isaaa.org](http://www.isaaa.org)

MAIZAR (Asociación Maíz Argentino) - [www.maizar.org.ar](http://www.maizar.org.ar)

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación - <http://www.minagri.gob.ar/>

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva - <http://www.mincyt.gov.ar/>

PorQué Biotecnología- [www.porquebiotecnologia.com.ar/](http://www.porquebiotecnologia.com.ar/)

REDBIO Argentina - <http://www.redbioargentina.org.ar/>

REDBIO/FAO - [www.redbio.org/](http://www.redbio.org/)

SENASA - Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria - [www.senasa.gov.ar](http://www.senasa.gov.ar)

## Libros

**Biotecnología**, M. A. Muñoz de Malajovich. Ed. Universidad Nacional de Quilmes, 2007, segunda edición 2012.

**Alimentos transgénicos: mitos y realidades**, E Ridner, MC Gamberale, M Burachik, M Lema, C Rubinstein, G Levitus, Ed. Nutrición y Salud, Buenos Aires, 2008 (de acceso libre en [http://cisan.org.ar/adjuntos/20110816113110\\_.pdf](http://cisan.org.ar/adjuntos/20110816113110_.pdf)).

**Transgénicos: bases científicas de su inocuidad alimentaria**, F. M. Lajolo y M. Regini Nutti. Ed. Sociedad Brasileña de Alimentación y Nutrición, 2006.

**Biotecnología y mejoramiento vegetal**, Ed. L. Mroginski, V. Echenique, C. Rubinstein, Ed. INTA, 2005.

**Biotecnología y Mejoramiento Vegetal II**, Ed. G. Levitus, V. Echenique, C. Rubinstein, E. Hopp, L. Mroginski. Ed. INTA, 2010 (de acceso libre en [www.argenbio.org](http://www.argenbio.org))

**Bio...¿Qué?. Biotecnología, el futuro llegó hace rato**, A. Díaz. Colección "Ciencia que ladra...", Ed. Universidad Nacional de Quilmes y Siglo XXI Editores, 2005.

**Biotecnología vegetal**, H. Prieto, M. Jordán, L. P. Barrueto, M. C. Cordeiro, D. Durzan, Ed. INIA, Chile, 2005.

**ADN, 50 años no es nada**. Comp. A. Díaz y D. Golombek. Siglo XXI Editores, 2004.

**El impacto de los cultivos genéticamente modificados en la agricultura argentina**, M. Regúnaga, S. Fernández, G. Opacak, Ed. Fundación producir Conservando, 2003.

**Los transgénicos: conózcalos a fondo**, R. Tamames, Ed. Ariel, Barcelona, 2003.

**Los transgénicos en la agricultura argentina: una historia con final abierto**, E. Trigo, D. Chudnovsky, E. Cap, Ed. Libros del Zorzal, 2002.

**La tercera revolución verde: plantas con luz propia**, F. García Olmedo, Ed. Temas de Debate, Madrid, 1998.

## IX Instituciones y empresas que realizan investigaciones y desarrollos en biotecnología agrícola

### Instituciones del sector público

Centro de Estudios Fotosintéticos y Bioquímicos – CEFOTI - [www.cefobi.gov.ar/](http://www.cefobi.gov.ar/)  
Centro Experimental de Propagación Vegetativa – CeProVe – UN La Plata - [www.agro.unlp.edu.ar/dependencias/ceprove.htm](http://www.agro.unlp.edu.ar/dependencias/ceprove.htm)  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) [www.conicet.gov.ar/](http://www.conicet.gov.ar/)  
Estación Experimental Obispo Colombres - <http://www.eeaoc.org.ar/>  
Fundación Instituto Leloir - [www.leloir.org.ar/](http://www.leloir.org.ar/)  
Instituto de Biología Molecular y Celular de Rosario – IBR - [www.ibr.gov.ar](http://www.ibr.gov.ar)  
Instituto de Investigaciones en Ingeniería Genética y Biología Molecular – INGEBI - <http://www.ingebi-conicet.gov.ar/>  
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) - [www.inta.gov.ar/](http://www.inta.gov.ar/)  
Universidad de Buenos Aires - [www.uba.ar](http://www.uba.ar)  
Universidad Nacional de Cuyo - [www.uncu.edu.ar/](http://www.uncu.edu.ar/)  
Universidad Nacional de Mar del Plata - [www.mdp.edu.ar/](http://www.mdp.edu.ar/)  
Universidad Nacional de Quilmes - [www.unq.edu.ar](http://www.unq.edu.ar)  
Universidad Nacional de Rosario - [www.unr.edu.ar/](http://www.unr.edu.ar/)  
Universidad Nacional de Tucumán - [www.unt.edu.ar/](http://www.unt.edu.ar/)  
Universidad Nacional del Litoral - [www.unl.edu.ar/](http://www.unl.edu.ar/)  
Universidad Nacional del Nordeste - [www.unne.edu.ar/](http://www.unne.edu.ar/)  
Universidad Nacional del Sur - [www.uns.edu.ar/](http://www.uns.edu.ar/)

### Empresas del sector privado

BASF S.A. - [www.basf.com.ar](http://www.basf.com.ar)  
Bayer CropScience - [www.bayercropscience.com.ar](http://www.bayercropscience.com.ar)  
Bioceres S.A. - [www.bioceres.com.ar](http://www.bioceres.com.ar)  
Chacra Experimental Agrícola Santa Rosa - <http://www.chacraexperimental.org/>  
Dow Agrosciences Argentina S.A. - [www.dowagro.com/ar/](http://www.dowagro.com/ar/)  
INDEAR - <http://www.indear.com/web-esp/>  
Monsanto Argentina - [www.monsanto.com.ar/](http://www.monsanto.com.ar/)  
Pioneer Argentina S.A. - [www.pioneer.com/argentina/](http://www.pioneer.com/argentina/)  
Syngenta Seeds S.A. - [www.syngenta.com.ar](http://www.syngenta.com.ar)  
Tecnoplant - [www.sidus.com.ar](http://www.sidus.com.ar)

MANUAL PARA  
PERIODISTAS

# PRODUCCIÓN DE SEMILLAS

B



## PRODUCCIÓN DE SEMILLAS

### Contenido

- I** Introducción.
- II** El sector semillero
  - El sector semillero en Argentina
  - Argentina en el contexto semillero mundial
- III** La innovación: el mejoramiento genético
  - Las herramientas del fitomejorador
  - El arte de cruzar y obtener variedades comerciales
  - Cuando lo que se siembra no es una semilla
  - Acelerando la selección: los marcadores moleculares
  - Algunos resultados sorprendentes del fitomejoramiento
  - El trabajo detrás de la innovación
- IV** El registro de las nuevas variedades
- V** La producción de semillas en contra-estación
- VI** Tratamiento de semillas
- VII** Fuentes de consulta
- VIII** Instituciones y empresas que realizan mejoramiento genético, multiplicación y/o tratamiento de semillas

## I Introducción

El aumento de la productividad agrícola ha sido un factor determinante para el sostenimiento del incremento poblacional del planeta. La razón más importante que explica este cambio en los niveles de producción es, fundamentalmente, la incorporación de herramientas tecnológicas. Esta situación adquirió mayor importancia en las últimas décadas debido a la escasez de tierras cultivables y agua para riego, y a los efectos del cambio climático. Entre las incorporaciones tecnológicas más importantes que explican el aumento en la productividad de los cultivos se encuentra el mejoramiento genético y la biotecnología.

La semilla es el insumo básico y el punto de partida para lograr más y mejores cosechas. La industria semillera invierte una gran cantidad de recursos, humanos y económicos, para desarrollar programas de investigación que culminan con variedades e híbridos adaptados a

diferentes condiciones ambientales y que le proporcionan al productor alta calidad en la “línea de largada” de su carrera productiva.

A lo largo de su historia, la industria semillera ha logrado variedades e híbridos que aportan amplios beneficios:

- ★ Aumento del rendimiento
- ★ Mejoras nutricionales
- ★ Protección contra insectos, enfermedades y herbicidas
- ★ Protección del ambiente (menos gases de efecto invernadero, uso de insecticidas y erosión del suelo)
- ★ Producción de energía y materiales a partir de fuentes renovables (biocombustibles, bioplásticos, etc)

## II El sector semillero

### El sector semillero en Argentina

La industria semillera argentina nació hace más de 90 años, y está formada por un conglomerado de empresas familiares, nacionales y multinacionales que se unen a una extensa red de compañías que prestan servicios como multiplicación, almacenamiento y transporte, entre otros. En el área pública, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), algunas universidades e institutos del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) han aportado al sistema desarrollos importantes, principalmente en aquellos cultivos en los cuales hay menos inversión privada (forrajeras, hortalizas y frutales).

La interacción privada-privada y público-privada se ha incrementado significativamente en los últimos 20 años con la puesta en marcha de una mecánica de acuerdos de transferencia de materiales y licencias directas entre empresas obtentoras de variedades y empresas de biotecnología. Así, ha surgido una interesante red público/privada, cuyo mayor exponente es la creación del Instituto de Agrobiotecnología de Rosario (INDEAR) que cuenta con apoyo del CONICET y de accionistas privados. Acompañando este proceso, a finales de 2009, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación firmó un convenio de cooperación para impulsar desarrollo del "Cluster de la Semilla", al cual

suscribieron instituciones clave del sector como el INTA, el Instituto Nacional Semillas (INASE) y la Asociación Semilleros Argentinos (ASA) con el objetivo de trabajar en conjunto para promover la mejora competitiva de la industria. El proyecto abarca seis grandes áreas de trabajo: fortalecimiento de recursos humanos para la capacitación de personal acorde a las necesidades de las empresas, proveedores de tecnología para promover la introducción de equipo innovador que resuelva problemas importantes de la producción de semillas, uso de energías alternativas y renovables, observatorio de semillas forrajeras adaptadas a nuevas zonas de producción, calidad de las semillas evaluada mediante un protocolo común para todos los integrantes del clúster y buenas prácticas en el uso del agua. Una parte de la industria semillera Argentina (obtentores de variedades) basa su estructura y estrategia en la investigación y el desarrollo. Esta particularidad la diferencia de casi todas las demás industrias, ya que desarrolla y adapta tecnología a las condiciones nacionales. Esa es la razón por la cual la industria semillera ha generado sectores especializados con recursos humanos altamente entrenados para dar respuesta a una sofisticada demanda, especialmente en el sector de semillas híbridas.

Otra parte importante del sector la constituyen las empresas multiplicadoras, las cuales no



tienen programas de investigación y desarrollo sino que ofrecen servicios de multiplicación a las empresas obtentoras. Actualmente en el INASE están registrados 337 obtentores de variedades vegetales que producen 230 mil toneladas de semillas por año y 897 multiplicadores cuya producción alcanza a 675 mil toneladas por año. La industria semillera emplea alrededor de 116 mil personas, directa e indirectamente, entre las cuales hay más de 500 científicos que trabajan en 40 programas de fitomejoramiento en diversos cultivos.

### Argentina en el contexto semillero mundial

En las últimas dos décadas, Argentina ha logrado establecerse entre los principales productores y exportadores de cereales, oleaginosas, harinas y aceites del mercado internacional. Esto ha sido posible gracias al aumento de la productividad debida, principalmente, a las incorporaciones tecnológicas. Entre las innovaciones más importantes adoptadas por el sector se destaca la utilización de semillas de

variedades de trigo y soja e híbridos de maíz, sorgo y girasol de "alta performance". En los casos de soja y maíz, muchas variedades e híbridos incorporaron nuevas características a través de la biotecnología. Esta evolución tecnológica ha permitido modificar prácticas de siembra y manejo de los cultivos pero también ha requerido una mayor capacitación por parte del productor e incorporación de maquinaria de alta tecnología.

Argentina ocupa el noveno lugar en el comercio mundial de semillas, liderado por Estados Unidos y China.

### Principales mercados de semillas (millones U\$S)

	TOTAL		TOTAL
EE.UU.	12.000	<b>Alemania</b>	1.150
China	9.034	<b>Argentina</b>	990
Francia	3.600	<b>Italia</b>	715
Brasil	2.625	<b>Holanda</b>	590
Canadá	2.120	<b>Rusia</b>	500
India	2.000	<b>España</b>	450
Japón	1.350	<b>Reino Unido</b>	450

Fuente: International Seed Federation (2013)

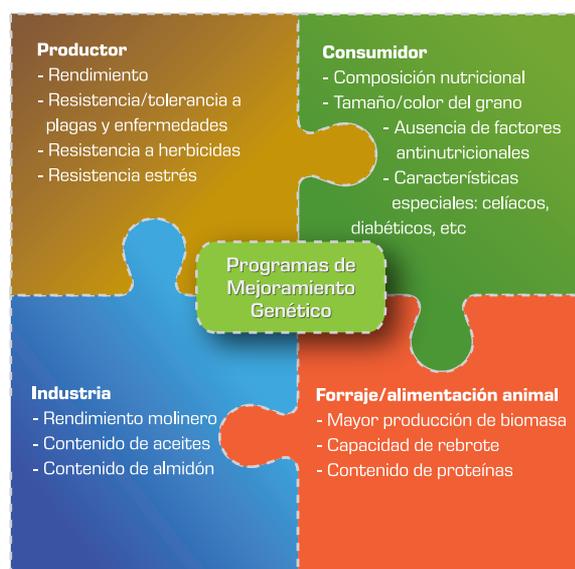
Actualmente el sector semillero argentino suministra semillas a los países del Mercosur, a Estados Unidos y la Unión Europea, superando los 200 millones de dólares en exportaciones totales.

## III La innovación: el mejoramiento genético

Las empresas obtentoras de variedades vegetales cuentan con programas de fitomejoramiento que, esencialmente, buscan armar un rompecabezas cambiando algunos aspectos de los cultivos para lograr ciertos beneficios para los productores, consumidores y/o agroindustria (resistencia a plagas, mayor rendimiento, mejor calidad industrial, mayor contenido de nutrientes, etc.)

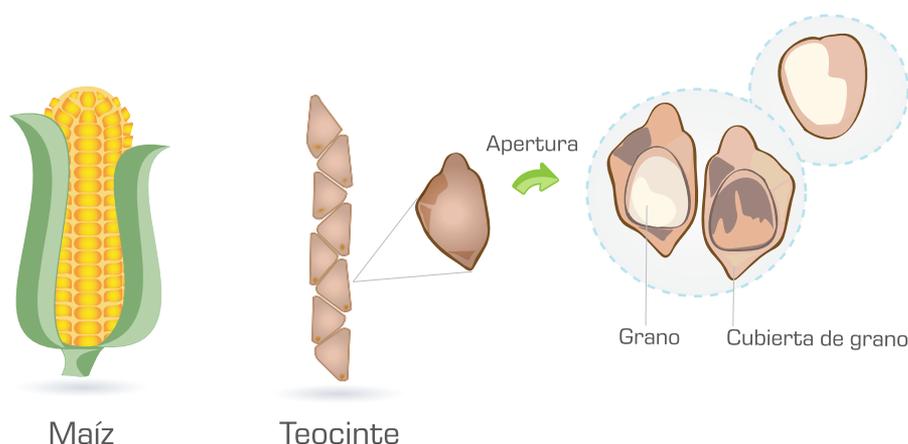
### Las herramientas del fitomejorador

Los programas de fitomejoramiento parten de poblaciones elite, que son aquellas plantas que tienen un buen comportamiento agronómico y otras características deseadas pero que aún pueden ser mejores. Este mejoramiento consiste en buscar la característica a incorporar en otras variedades de la misma especie o de especies relacionadas para introducirla en las plantas elite mediante cruzamientos y seleccionar en los hijos las plantas que tengan la característica de interés. Luego las plantas seleccionadas se vuelven a cruzar cuatro o cinco veces



con plantas de la población elite para “recuperar” las características deseadas de la población elite y eliminar las indeseadas provenientes de la variedad que se usó para obtener la característica.

Este método de cruzar las plantas seleccionadas con las elites por varias generaciones se conoce como retrocruzamiento.



.....

*Numerosos procesos de cruzamiento y selección permitieron pasar del teocinte (ancestro del maíz) con espigas pequeñas y que se desgranaban al madurar, a los híbridos actuales con espigas grandes (800 granos por espiga) que mantienen sus granos y pueden ser cosechadas fácilmente.*



## LOS CAMBIOS HACEN LA DIFERENCIA

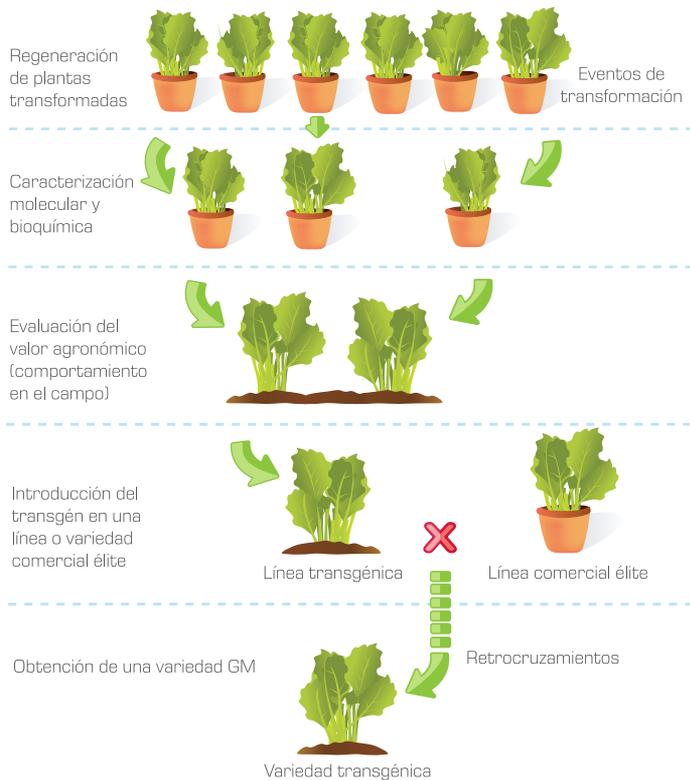
Las mutaciones son cambios permanentes en el ADN y dan como resultado diferentes versiones de un gen. Esta es una de las razones por la cual no hay dos individuos exactamente iguales. Las primeras zanahorias fueron cultivadas en la zona de Afganistán y eran púrpuras o amarillas. Cuando se introdujeron en Europa ocurrieron varias mutaciones, además de cruzarse con algunas variedades silvestres, dando como resultado las zanahorias anaranjadas que conocemos, pero su color puede variar desde el blanco al púrpura. Los cambios hacen la diferencia

Muchas veces, la característica que se quiere incorporar no está presente en la especie y es imposible realizar cruzamientos y selección; por lo tanto los fitomejoradores recurren a otras técnicas para encontrarla como la inducción de mutaciones o el uso de ingeniería genética.

Las mutaciones son cambios, grandes o pequeños, en el material hereditario (o sea el ADN). Esos cambios se pasan a la progenie y si bien generalmente se los asocia con defectos y enfermedades, la mayoría no causa ningún efecto en los organismos, y algunos, incluso, son positivos. En la década del '40 los fitomejoradores comenzaron a usar ciertos agentes mutágenos como radiación o sustancias químicas para lograr características de interés en los cultivos. Así, han generado más de 2.500 variedades que incluyen cultivos como trigo, arroz, uva, lechuga y árboles frutales.

Las variedades de trigo y arroz semi-enanas que facilitaron la cosecha mecánica y dieron origen a la Revolución Verde fueron obtenidas con esta técnica. También las mandarinas sin semillas y el girasol con aceite más saludable.

La ingeniería genética es otra de las técnicas a la que recurren los fitomejoradores cuando la



característica que quieren introducir se encuentra en una especie de planta con la que el cultivo no se puede cruzar o en otro reino (hongo, bacteria, animal).

Como en este proceso no se usan plantas de valor comercial, luego de haber obtenido una planta transgénica, esta característica debe ser incorporada (introgressada) a la población elite por retrocruzamiento.

## El arte de cruzar y obtener variedades comerciales

Los programas de fitomejoramiento varían de acuerdo al tipo de reproducción (autopolinización o polinización cruzada) de la especie que se desea mejorar y obtener una nueva variedad demora entre siete y catorce años.

### a) El caso de las autóгамas

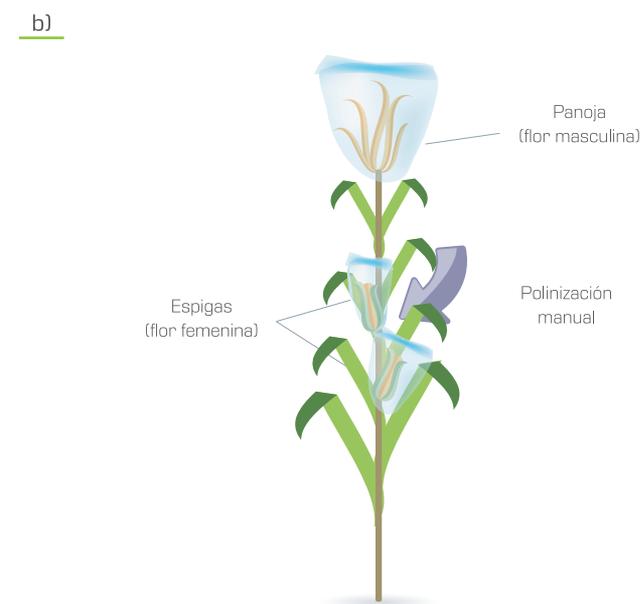
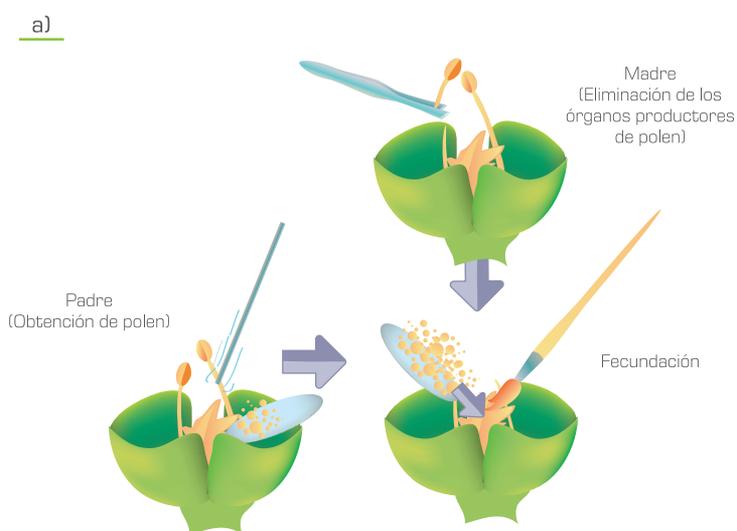
Para el mejoramiento de algunas especies que se autopolinizan (autógamas), como el trigo o la soja, se realizan cientos de cruzamientos manuales. Este trabajo es laborioso y deben realizarlo personas entrenadas, ya que requiere destreza para no dañar los órganos florales que se están manipulando.

La semilla resultante es sembrada y las mejores plantas seleccionadas para repetir el proceso en sucesivas generaciones hasta obtener una o dos variedades promisorias. Este método es uno de los más sencillos y se denomina selección masal. Es un método lento pero combinado con otros puede resultar muy efectivo.

Otro método, la selección por pedigrí o genealógica, se basa en la formación de líneas a partir de la población elite. Para ello, cada planta elegida es cosechada individualmente y sus semillas sembradas en una hilera. En la próxima generación se cosechan de cada hilera sólo las mejores plantas, se repite el proceso y se seleccionan las que presentan mejor comportamiento agronómico para las características objeto del mejoramiento.

### b) El caso de las alógamas y la producción de híbridos

Para las especies de fecundación cruzada (alógamas), como el maíz, existen también varios métodos de mejoramiento entre los que



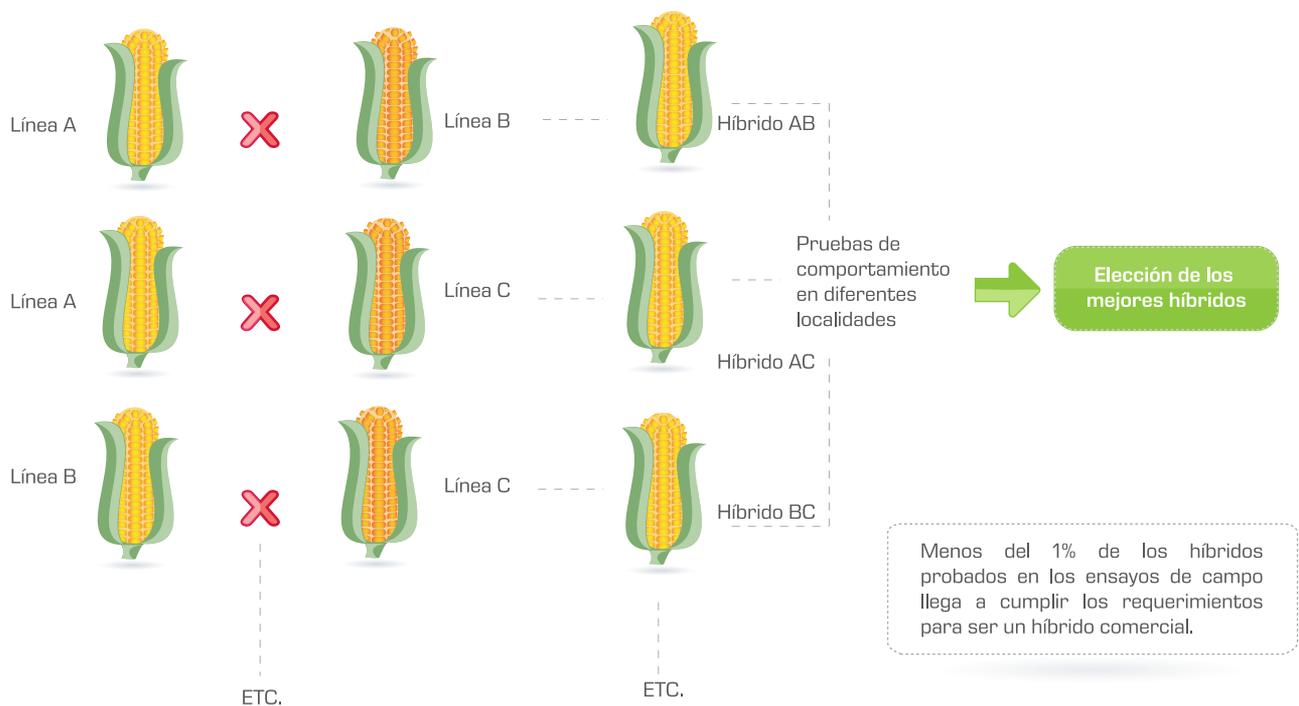
se encuentran la selección recurrente o la producción de híbridos.

En la selección recurrente se alternan ciclos de cruzamiento y selección. Se cruzan entre sí las mejores plantas y se seleccionan aquellas que reúnan la mayor cantidad de características de interés.

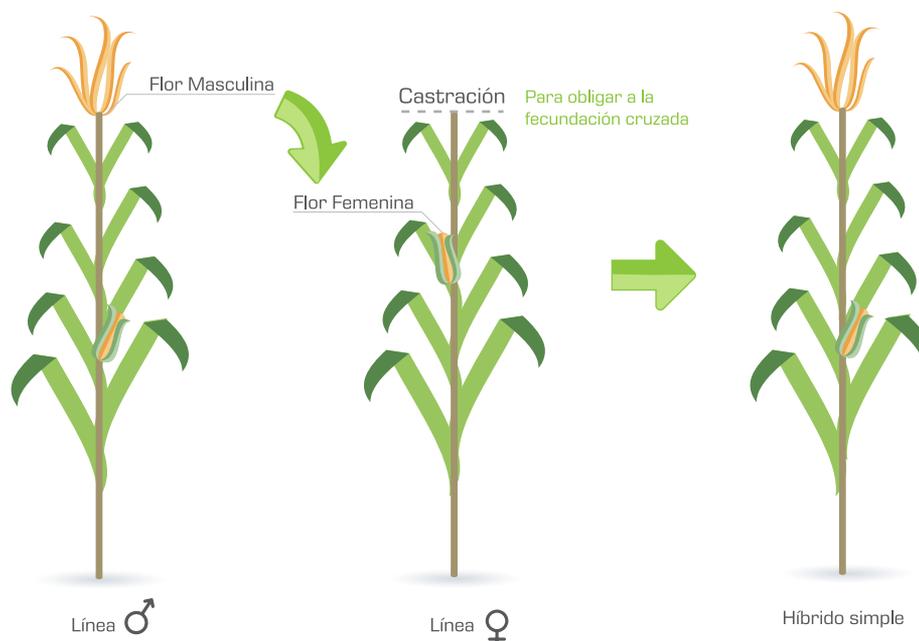
Los híbridos son los hijos resultantes del cruzamiento de padres diferentes y en algunas especies se manifiesta un fenómeno conocido como “heterosis” (también llamado vigor híbrido). Esta se caracteriza por la superioridad de los hijos, para las características consideradas, con respecto a los padres.

La obtención de híbridos comprende dos fases:

- ★ Creación de líneas a través de sucesivas autofecundaciones. Estas deben realizarse manualmente tapando la flor masculina (panoja) antes de la maduración del polen y también la flor femenina (espiga) para que no reciba polen de otra planta.
- ★ Cruzamiento de esas líneas para comprobar cuáles combinaciones son las mejores para crear los híbridos. Esas combinaciones son probadas en ensayos de campo en diferentes localidades por varios ciclos de siembra para determinar cuáles serán los que llegarán a ser comerciales y se venderán a los agricultores.



Para la obtención de híbridos a la línea hembra se le elimina la panoja (despanojado) para que la espiga pueda ser fecundada por la línea macho, la cual se siembra en hileras cercanas. Generalmente se usan ocho hileras de hembra por una hilera de macho.



Cada vez que el productor quiera sembrar un híbrido deberá comprar la semilla a la compañía productora, ya que si siembra la semilla que cosechó la heterosis habrá disminuido, al igual que la uniformidad del cultivo, por lo tanto el comportamiento para los caracteres deseados será menor.

### Quando lo que se siembra no es una semilla

Muchas especies de interés agronómico que contribuyen a garantizar la seguridad alimentaria de una gran parte de la población se reproducen asexualmente. Es el caso de la mandioca, la papa, la batata o la caña de azúcar. Aunque estas especies producen semillas, el proceso es dificultoso y generalmente la poca semilla obtenida es inviable (no germina).

La reproducción asexual o vegetativa es el proceso por el cual las plantas producen nuevos organismos a partir de tallos, hojas y raíces mediante fragmentación o división de sus estructuras. Los fitomejoradores seleccionan como “plantas madre” a las mejores y las reproducen vegetativamente, obteniendo clones, es decir, individuos idénticos entre sí y a la planta madre. La clonación puede realizarse multiplicando la planta a través de alguna

estructura vegetativa como estolones, rizomas, tubérculos o esquejes o recurriendo a la propagación in vitro.

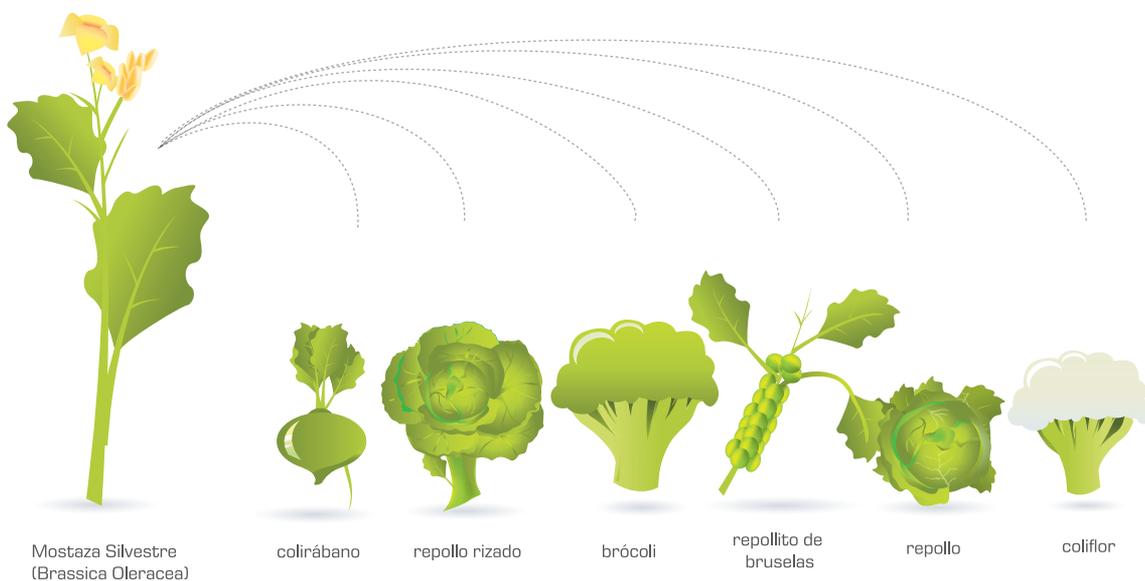
### Acelerando la selección: los marcadores moleculares

Los fitomejoradores han trabajado, durante años, en la selección de plantas basándose en sus características visibles (fenotipo). Sin embargo, muchas de estas características sólo se ponen en evidencia en un ambiente determinado y/o en momentos avanzados del ciclo del cultivo (anual o perenne).

Los marcadores moleculares son secuencias de ADN que funcionan como “balizas” y acompañan a la característica deseada a lo largo del proceso de cruzamiento y selección. Como son secuencias de ADN, pueden detectarse muy temprano en el desarrollo de la planta. De esta manera se pueden elegir rápidamente las plantas que continuarán en el programa, ahorrando tiempo, espacio y dinero, ya que a los ensayos de campo irán solamente las que tengan la característica buscada. El mejoramiento asistido por marcadores moleculares hoy forma parte de la mayoría de los programas de obtención de nuevas variedades.

## Algunos resultados sorprendentes del fitomejoramiento

La mostaza silvestre ha sido una buena madre. Tuvo siete descendientes, algunos de los cuales nos alimentan a diario. De ella provienen el brócoli, la coliflor, el repollo, el repollito de bruselas y otras variedades menos conocidas como el colirábano, el repollo rizado (usado a veces como especie ornamental) y la berza. Estas no existirían en la actualidad si no fuera por la acción del hombre. Así, los antiguos romanos seleccionaron una mutación natural que provoca la modificación en la estructura de las flores, dando origen a dos variedades diferentes: brócoli y coliflor. A otros seleccionadores les interesaron más las yemas (la parte de la planta que más crecimiento tiene) y se enfocaron en elegir las yemas laterales dando origen al repollito de bruselas; cuando prefirieron la yema terminal originaron el repollo y el repollo rizado. Cuando la selección se orientó hacia el tallo y la raíz apareció el colirábano y cuando el interés fue puesto en las hojas surgió la berza. Así como sucede con el maíz, si estas especies dejaran de cultivarse se perderían, ya que en la naturaleza no existen sino que han sido creadas por nosotros.



## El trabajo detrás de la innovación

13 años es el tiempo promedio que se necesita para obtener una variedad comercial.

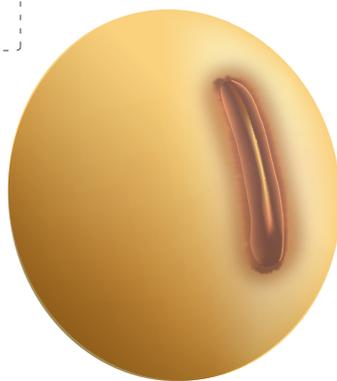
Si la nueva variedad es transgénica, el sistema regulatorio necesita alrededor de 3 años para aprobar su comercialización.

En los programas de fitomejoramiento hay cientos de profesionales involucrados de diversas ramas de la ciencia.

Se realizan miles de ensayos de campo antes del lanzamiento de una nueva variedad.

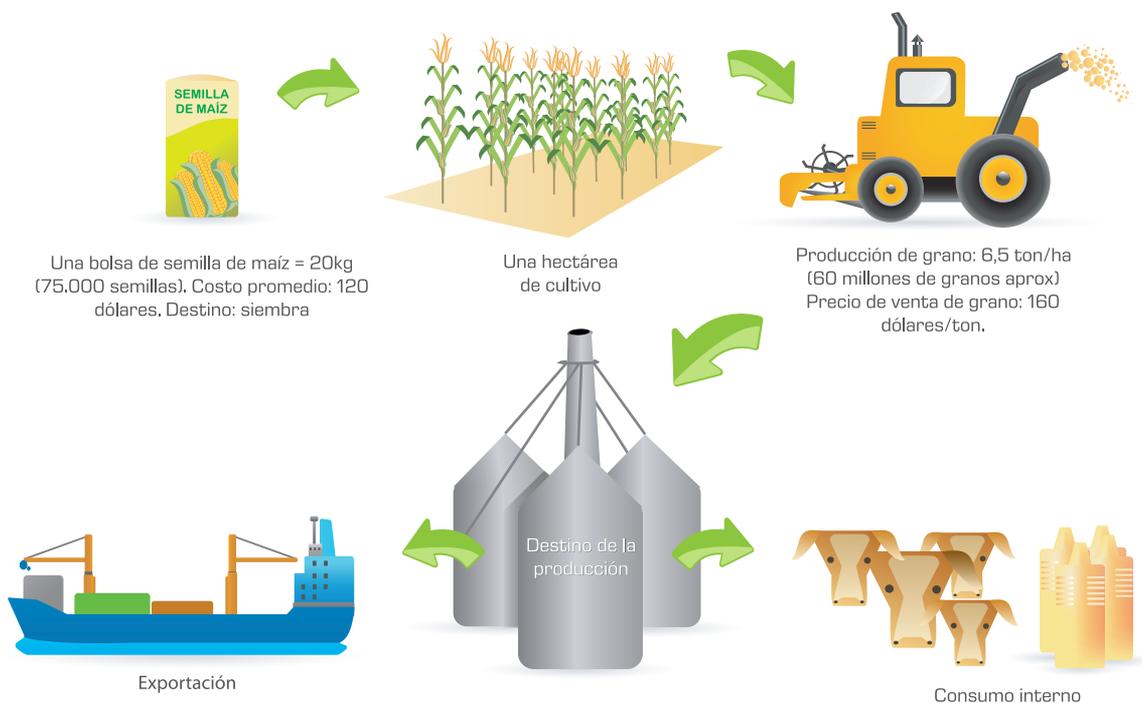
Se necesitan 3 años para realizar los ensayos de campo requeridos para la inscripción de la nueva variedad en el RNC y RNCP.

Se invierten millones de \$ en los programas de fitomejoramiento para obtener nuevas variedades.



La semilla es el resultado de la innovación tecnológica y el grano su producto final que puede consumirse o industrializarse.

**1 kg de semilla de maíz cuesta 6 dólares**  
**1kg de grano de maíz cuesta 2,5 centavos**



## IV El registro de las nuevas variedades

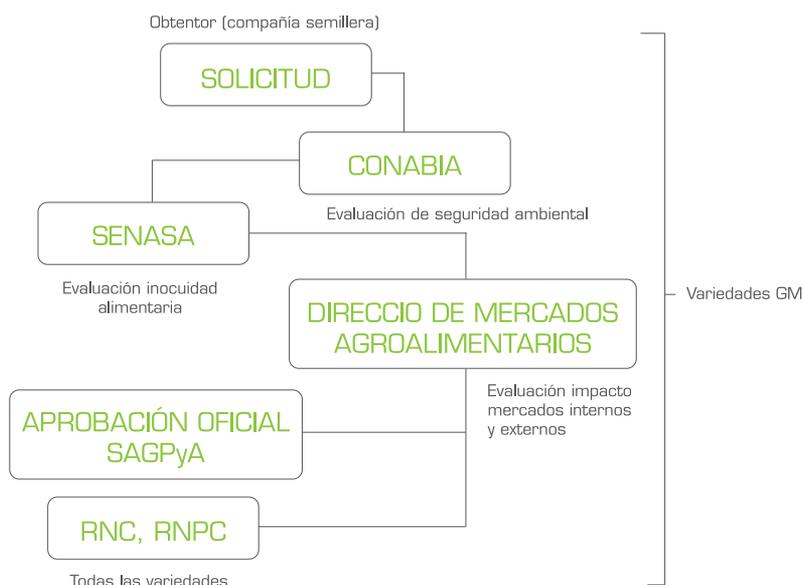
En Argentina la producción y comercialización de semillas está regida por la Ley de Semillas y Creaciones Fitogenéticas, la cual creó el Registro Nacional de Cultivares (RNC) en el Instituto Nacional de Semillas (INASE). Es obligatoria la inscripción en el mismo de todas las nuevas variedades o híbridos que se exponen al público o se entregan a los usuarios con rótulo identificatorio y habilita la comercialización.

Estas nuevas variedades o híbridos son creaciones fitogénéticas, entendiéndose como tales aquellas obtenidas por descubrimiento o incorporación y/o aplicación de conocimientos científicos.

Para la inscripción en el RNC las variedades deben cumplirse tres requisitos:

- ★ Contar con una denominación.
- ★ Estar caracterizadas por una descripción morfológica, fisiológica, fenológica, de comportamiento sanitario y de aptitud industrial que es específica para cada especie y se presenta como declaración jurada.
- ★ Debe tener un origen genético conocido y contar con un responsable de mantener la pureza genética.

Una cuestión fundamental que tiene en cuenta INASE para incluir una variedad en el RNC es la novedad que presenta; es decir qué beneficio diferente brinda a productores, consumidores y/o industria que no lo tienen variedades similares. Además, el solicitante debe presentar detalladamente el método de mejoramiento que utilizó para obtenerla.



*El hecho que una creación fitogenética lleve incorporada conocimiento científico y este se reconozca a través de un Registro Nacional de Propiedad de Cultivares, hace que la semilla tenga un valor superior al grano, que es el producto resultante de la cosecha y cuya venta como semilla está penada por la ley.*

Si el solicitante lo desea puede inscribir también su variedad en el Registro Nacional de Propiedad de Cultivares (RNPC) para proteger sus derechos de obtentor. Esta inscripción no habilita la comercialización de la nueva variedad, solo le otorga el título de propiedad que tiene una duración de 20 años.

Si la nueva variedad es genéticamente modificada, luego de cumplir el proceso regulatorio correspondiente debe inscribirse en el RNC para poder ser comercializada.

## V La producción de semillas en contra-estación

Una actividad importante de varias empresas del sector semillero nacional es la producción de semillas en contra-estación para compañías ubicadas en el hemisferio norte. Esta actividad se ha convertido en la actualidad en importante generadora de divisas, empleo e inversiones, y las proyecciones para los próximos años están orientadas a una plena expansión.

Los principales cultivos que se multiplican en contra-estación en nuestro país son maíz y soja. Las semillas involucradas en el proceso son provistas por la empresa demandante del servicio, se siembran durante el invierno del hemisferio norte y luego de ser cosechadas se exportan, principalmente a Estados Unidos y la Unión Europea.

Argentina cuenta con condiciones climáticas apropiadas para realizar esta actividad así como también técnicos altamente capacitados, logística empresarial para la exportación de los productos y una legislación que permite la multiplicación de semilla comercial y de semilla genéticamente modificada sin aprobación comercial en nuestro país (semilla regulada).

En el caso de las semillas reguladas (semillas transgénicas aún no aprobadas en el país), las

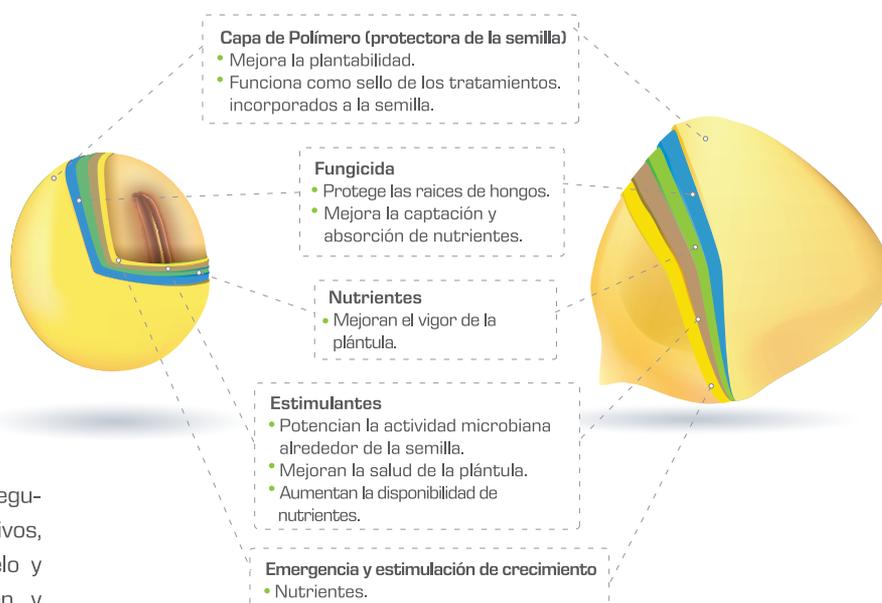
empresas trabajan bajo la órbita de la Resolución 661/11 de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca que faculta a la Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria (CONABIA) para el tratamiento de expedientes y evaluación de las producciones contra estación y al Instituto Nacional de Semillas (INASE) y el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) para las inspecciones respectivas en sus áreas de competencia.

Las variedades utilizadas en contra estación no necesitan ser registradas ni aprobadas comercialmente. El INASE ha desarrollado herramientas para hacer un seguimiento y monitoreo de los procesos de producción y exportación. Además, Argentina ofrece al sector privado todos los sistemas de certificación posibles según lo requiera el país importador, como los esquemas de semillas de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y la Asociación de agencias Oficiales de Certificación de Semillas (AOSCA). También se pueden atender otros requisitos específicos en los estándares de certificación de semillas en base a las necesidades del país importador.

## VI Tratamiento de semillas

Los productores siempre han tratado de asegurar una excelente implantación de sus cultivos, dándole a las semillas condiciones de suelo y humedad adecuadas para la germinación y protegiéndolas de enfermedades con “curasemillas”. Estas sustancias, generalmente en polvo, eran mezcladas con la semilla antes de la siembra.

Actualmente, además de usar semillas de excelente calidad genética, pueden optar por aumentar el desempeño de las mismas a través del mejoramiento de las condiciones de siembra y del ambiente a su alrededor. Esto se logra con tratamientos especiales que consisten en la aplicación de técnicas y agentes biológicos, físicos y/o químicos que protegen a la semilla y la plántula frente a herbicidas, plagas y enfermedades. Hoy en días, es una práctica agronómica que se aplica a la mayoría de las especies durante el procesamiento y ofrece claros beneficios



ambientales, económicos y sociales contribuyendo así a una agricultura sustentable.

Las metodologías implementadas para mejorar el desempeño de las semillas involucran el recubrimiento de semillas con polímeros específicos para protegerlas al momento de la siembra. También incluyen la mejora de propiedades físicas como la uniformidad de tamaño (plantabilidad) e incorporan tratamientos químico-biológicos para regular la germinación y emergencia (reguladores de crecimiento). Es posible adherir a la semilla productos en polvo y líquidos que la protegen de patógenos, tanto del suelo como de la semilla, y también le incorporan micronutrientes y reguladores del crecimiento.

Los tratamientos de semillas utilizan además colorantes para identificar semillas tratadas y evitar su consumo (humano o animal) y también para diferenciar entre tipos de tratamientos (con distintos tipos de ingredientes activos).

## VIII Fuentes de consulta

### Sitios de internet

AACREA. Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola. [www.aacrea.org.ar](http://www.aacrea.org.ar)

AAPRESID. Asociación Argentina de Productores de Siembra Directa. [www.aapresid.org.ar](http://www.aapresid.org.ar)

ACSOJA. Asociación de la Cadena de la Soja Argentina. [www.acsoja.org.ar](http://www.acsoja.org.ar)

ACTA. Federación de Cámaras de Tecnología Agropecuaria. [www.acta.com.ar](http://www.acta.com.ar)

ArgenBio. Consejo Argentino para el Desarrollo y la Información en Biotecnología. [www.argenbio.org](http://www.argenbio.org)

Argentrigo. Asociación Argentina de Trigo. [www.argentrigo.org.ar](http://www.argentrigo.org.ar)

ArPOV. Asociación Argentina de Protección de las Obtenciones Vegetales. [www.arpov.org.ar](http://www.arpov.org.ar)

ASA. Asociación Semilleros Argentinos. [www.asa.org.ar/www.asabiotecnologia.com.ar](http://www.asa.org.ar/www.asabiotecnologia.com.ar)

ASAGIR. Asociación Argentina de Girasol (ASAGIR). [www.asagir.org.ar](http://www.asagir.org.ar)

Cámara de Semilleristas de la Bolsa de Cereales. [www.argenseeds.com.ar](http://www.argenseeds.com.ar)

CASAFE. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes. [www.casafe.org](http://www.casafe.org)

CEC. Centro de Exportadores de Cereales (CEC). [www.ciaracec.com.ar](http://www.ciaracec.com.ar)

CIARA. Cámara de la Industria Aceitera de la República Argentina. [www.ciaracec.com.ar](http://www.ciaracec.com.ar)

COPAL. Coordinadora de las Industrias de Productos Alimenticios. [www.copal.com.ar](http://www.copal.com.ar)

CropLife International. [www.croplife.org](http://www.croplife.org)

ETS. Excellence Through Stewardship. [www.excellencethroughstewardship.org](http://www.excellencethroughstewardship.org)

Federación Argentina de la Industria Molinera. [www.faim.org.ar](http://www.faim.org.ar)

Foro de la Cadena Agroindustrial Argentina. [www.foroagroindustrial.org.ar](http://www.foroagroindustrial.org.ar)

FOSFA. Federation of Oils Seeds and Fats Associations. [www.fosfa.org](http://www.fosfa.org)

GAFTA. The Grain and Feed Trade Association. [www.gafta.com](http://www.gafta.com)

Gnis. Groupement national interprofessionnel des semences et plants. [www.gnis.fr](http://www.gnis.fr)

Grupo Trigo Argentino. [www.trigoargentino.com.ar](http://www.trigoargentino.com.ar)

HRAC. Herbicide Resistance Action Committee. [www.hracglobal.com](http://www.hracglobal.com)

INASE. Instituto Nacional de Semillas. [www.inase.gov.ar](http://www.inase.gov.ar)

INTA. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. [www.inta.gov.ar](http://www.inta.gov.ar)

IRAC. Insecticide Resistance Action Committee. [www.irac-online.org](http://www.irac-online.org)

ISF. International Seed Federation. [www.worldseed.org](http://www.worldseed.org)

ISTA. International Seed Testing Association. [www.seedtest.org](http://www.seedtest.org)

MAIZAR. Asociación Maíz Argentino. [www.maizar.org.ar](http://www.maizar.org.ar)

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. [www.minagri.gov.ar](http://www.minagri.gov.ar)

MRI. Programa Manejo de Resistencia de Insectos. [www.programamri.com](http://www.programamri.com)

OCDE. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. [www.oecd.org](http://www.oecd.org)

REM. Red de conocimientos en malezas resistentes. [www.rem.gov.ar](http://www.rem.gov.ar)

SENASA. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. [www.senasa.gov.ar](http://www.senasa.gov.ar)

## Libros

**Barahona, A. y D. Piñero** (1994). Genética: la Continuidad de la Vida. Disponible en:

<http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/125/htm/genetica.htm>.

**Cubero, J.I.** (2002). Introducción a la Mejora Genética Vegetal. Mundi-Prensa (Ed), Barcelona.

**CropLife International** (2012). Consideraciones de Manejo de la Resistencia de Insectos para Cultivos Derivados de la Biotecnología. Disponible en: <http://www.croplife.org/manuals/s0/p1>

**CropLife International** (2012). Manejo Integrado de Malezas para Cultivos Tolerantes a Herbicidas. Disponible en: <http://www.croplife.org/manuals/s0/p1>

**ICA/Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca** (2012). Estudio comparativo del cultivo de soja genéticamente modificada y convencional en Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay. IICA (Ed.) San José, Costa Rica.

**INTA** (2005). Biotecnología y mejoramiento vegetal. Mroginski, L., V. Echenique y C. Rubinstein Editores.

**INTA/ArgenBio** (2010). Biotecnología y Mejoramiento Vegetal II. Levitus, G; V. Echenique, C. Rubinstein, E. Hopp y L. Mroginski Editores. Disponible en: [www.argenbio.org](http://www.argenbio.org)

**Iowa State University** (2005). From Mendel to Markers. Disponible en: <http://www.biotech.iastate.edu/from-mendel-to-markers/>

**Moreno Casasola, P.** (1996). Vida y Obra de Granos y Semillas. Disponible en:

<http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/146/htm/vidayob.htm>

**Vázquez Yanez, C., A. Orozco, M. Rojas, M.E. Sánchez y V. Cervantes** (1997). La Reproducción de las Plantas: Semillas y Meristemas. Disponible en: <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm/lcpt157.htm>

## VII Instituciones y empresas que realizan fitomejoramiento, multiplicación de semillas y/o tratamiento de semillas

ADVANTA SEMILLAS S.A. I.C. [www.advantaseeds.com.ar](http://www.advantaseeds.com.ar)  
 AGRISEED S.A. [www.agseed.com.ar](http://www.agseed.com.ar)  
 AGRO. REG. ARGENTINA  
 AGROSEMILLAS DEL SUR S.A. [www.adsursemillashibridas.com](http://www.adsursemillashibridas.com)  
 ALBERTO L. MARCHIONNI S.A. [www.albertomarchionni.com.ar](http://www.albertomarchionni.com.ar)  
 ALLIANCE SEMILLAS S.A.  
 ARAUCA SEEDS S.A.  
 ARGENETICS SEMILLAS. [www.argeneticssemillas.com.ar](http://www.argeneticssemillas.com.ar)  
 ASOCIACION DE COOPERATIVAS ARGENTINAS LTDA. [www.acacoop.com.ar](http://www.acacoop.com.ar)  
 ASOCIADOS DON MARIO S.A. [www.donmario.com](http://www.donmario.com)  
 ASP Seed. [www.asp-arg.com.ar](http://www.asp-arg.com.ar)  
 ASPROSEM  
 BARENBRUG PALAVERSICH S.A. [www.barenbrug.com.ar](http://www.barenbrug.com.ar)  
 BASF ARGENTINA S.A. [www.basf.com.ar](http://www.basf.com.ar)  
 BASSO SEMILLAS S.A. [www.basso-ar.com](http://www.basso-ar.com)  
 BAYER CROPS SCIENCE S.A. [www.bayercropscience.com.ar](http://www.bayercropscience.com.ar)  
 BECKER UNDERWOOD ARGENTINA S.A.  
 BIAGRO S.A. [www.biagrosa.com.ar](http://www.biagrosa.com.ar)  
 BIOCERES S.A. [www.bioceres.com.ar](http://www.bioceres.com.ar)  
 BUCK SEMILLAS S.A. [www.bucksemillas.com.ar](http://www.bucksemillas.com.ar)  
 CAPS S.A. [www.capsseeds.com.ar](http://www.capsseeds.com.ar)  
 CDM MANDIYU SRL. [www.geneticamandiyu.com.ar](http://www.geneticamandiyu.com.ar)  
 CERVECERÍA Y MALTERÍA QUILMES S.A.I.C.A.Y.G. [www.quilmes.com.ar](http://www.quilmes.com.ar)  
 CHACRA EXPERIMENTAL AGRÍCOLA SANTA ROSA. [www.chacraexperimental.org](http://www.chacraexperimental.org)  
 COMPAÑÍA ARGENTINA DE SEMILLAS S.A. [www.cas-agro.com.ar](http://www.cas-agro.com.ar)  
 CRIADERO KLEIN S.A. [www.trigoklein.com.ar](http://www.trigoklein.com.ar)  
 CRIADERO Y SEMILLERO EL CENCERRO. [www.criaderoelcencerro.com.ar](http://www.criaderoelcencerro.com.ar)  
 CULLEN BROKERAGE S.A.  
 DOW AGROSCIENCES ARGENTINA S.A. [www.dowagrosciences.com](http://www.dowagrosciences.com)  
 ENRIQUE M. BAYA CASAL S. A. [www.ebayacasal.com.ar](http://www.ebayacasal.com.ar)  
 ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROINDUSTRIAL OBISPO COLOMBRES (EEAOC). [www.eeaoc.org.ar](http://www.eeaoc.org.ar)  
 ESTANCIA LA JOSEFINA S.A. [www.criaderolajosefina.com.ar](http://www.criaderolajosefina.com.ar)  
 EXPEL AGROTECNOLOGÍA  
 FLORENSA ARGENTINA S.A. [www.florensa.com.ar](http://www.florensa.com.ar)  
 FN Semillas S.A [www.feriasdelnortesa.com.ar](http://www.feriasdelnortesa.com.ar)  
 FORRAJERAS AVANZADAS S.A. [www.forrajeras.com](http://www.forrajeras.com)  
 FORRATEC Argentina S.A. [www.forraterc.com.ar](http://www.forraterc.com.ar)  
 FRANZANI S.R.L. [www.franzani.com.ar](http://www.franzani.com.ar)  
 GAPP S.A. [www.gapp.com.ar](http://www.gapp.com.ar)

GARDE GIUSTI Y CHUCHUY S.A.  
GEAR S.A. [www.gear-sa.com.ar](http://www.gear-sa.com.ar)  
GENESIS SEEDS S.A. [www.genesisseeds.com.ar](http://www.genesisseeds.com.ar)  
GENTOS S.A. [www.gentos.com.ar](http://www.gentos.com.ar)  
JUNARSA S.A.  
KWS ARGENTINA S.A. [www.kws.de/li/fh/tfg](http://www.kws.de/li/fh/tfg)  
LA LEONOR S.C.A.  
LABORATORIOS CKC ARGENTINA S.A. [www.ckc.com.ar](http://www.ckc.com.ar)  
LDC SEMILLAS. [www ldcsemillas.com](http://www ldcsemillas.com)  
LIMAGRAIN SOUTH AMERICA S.A. [www.limagrain.com](http://www.limagrain.com)  
MALTERIA PAMPA S.A.  
MERCOSEED S.A.  
MOLINOS RÍO DE LA PLATA S.A. [www.molinos.com.ar](http://www.molinos.com.ar)  
MONSANTO ARGENTINA S.A. [www.monsanto.com.ar](http://www.monsanto.com.ar)  
NIDERA S.A. [www.nidera.com.ar](http://www.nidera.com.ar)  
NITRAP S.R.L. [www.nitrap.com.ar](http://www.nitrap.com.ar)  
NOVOZYMES BIOAG S.A. <http://www.nitrugin.com.ar/>  
NUSEED. [www.nufarm.com/AR/Inicio](http://www.nufarm.com/AR/Inicio)  
PANNAR S.R.L. [www.pannar.com.ar](http://www.pannar.com.ar)  
PIONEER ARGENTINA S.R.L. [www.pioneer.com](http://www.pioneer.com)  
PRODUSEM S.A. [www.produsemsa.com.ar](http://www.produsemsa.com.ar)  
PROSEED S.A.  
PURAMEL S.A.  
RELMO S.A. [www.relmo.com.ar](http://www.relmo.com.ar)  
RICETEC S.A. [www.ricetec.com](http://www.ricetec.com)  
RIJK ZWAAN Arg. S.A.  
RIZOBACTER ARGENTINA S.A. [www.rizobacter.com.ar](http://www.rizobacter.com.ar)  
ROQUE LAURIA Semillas  
ROTAM DE ARGENTINA AGROQUÍMICA S.R.L. [www.rotamargentina.com.ar](http://www.rotamargentina.com.ar)  
RUSTICANA S.A.C.I.F.I. [www.rusticanaseed.com.ar](http://www.rusticanaseed.com.ar)  
SANPA SEMILLAS S.A. [www.jrsa.com.ar](http://www.jrsa.com.ar)  
SATUS AGER S.A. [www.satusager.com](http://www.satusager.com)  
SEMAMERIS ARGENTINA S.A.  
SEMILLAS EMILIO S.R.L. [www.semillasemilio.com.ar](http://www.semillasemilio.com.ar)  
SEMILLERA GUASCH S.R.L. [www.guasch.com.ar](http://www.guasch.com.ar)  
SEMILLERA RA-SU de Avelino J A  
SOUTHERN SEEDS PRODUCTION S.A. [www.sspseeds.com](http://www.sspseeds.com)  
SURSEM S.A. [www.sursem.com.ar](http://www.sursem.com.ar)  
SYNGENTA AGRO S.A. [www.syngenta.com.ar](http://www.syngenta.com.ar)  
TECNOSEEDS S.A. [www.tecnoseeds.com](http://www.tecnoseeds.com)  
TOBIN S.R.L. [www.tobin.com.ar](http://www.tobin.com.ar)  
TRILI  
TSUKASA SHOJI S.R.L. [www.tks.com.ar](http://www.tks.com.ar)  
VISSCHER Y Cia. [www.visscher.com.ar](http://www.visscher.com.ar)  
ZETA SEMILLAS

MANUAL PARA  
PERIODISTAS

PROTECCIÓN DE CULTIVOS:  
PRODUCTOS FITOSANITARIOS



# PROTECCIÓN DE CULTIVOS: PRODUCTOS FITOSANITARIOS

## Contenido

- I Introducción: conceptos básicos
- II Seguridad de los productos fitosanitarios
- III El mercado de fitosanitarios
- IV Fuentes de consulta

## I Introducción: conceptos básicos

### ¿Qué son los productos fitosanitarios?

Desde los inicios de la historia de la agricultura el hombre trató de librarse del efecto de las plagas que afectaban a sus cultivos. Los primeros productos utilizados eran minerales obtenidos de la naturaleza como el azufre, el arsénico o compuestos de cobre. Otros fueron de origen vegetal como la nicotina o el piretro. Sin embargo, el gran cambio en la especificidad de los fitosanitarios se dio con la síntesis química de productos a principios del siglo XX.

A lo largo del tiempo se ha denominado a estos productos con distintos nombres como plaguicidas y agroquímicos, entre otros. Hoy en día se prefiere hablar de protección de cultivos y llamarlos fitosanitarios, es decir productos que protegen la sanidad de las plantas.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) se denomina fitosanitario a “cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga: insectos, ácaros, moluscos, roedores, hongos, malas hierbas, bacterias y otras formas de vida animal o vegetal perjudiciales para la agricultura” durante la producción, el almacenamiento, el transporte, la distribución y la elaboración de productos agrícolas y sus derivados.

### ¿Para qué sirven?

Los fitosanitarios son productos utilizados para minimizar o impedir el daño que las plagas puedan causar a los cultivos y, por lo tanto, afectar el rendimiento y calidad de la producción.

Según la plaga que controlen pueden ser acaricidas, fungicidas, insecticidas y herbicidas, según controlen ácaros, hongos, insectos o malezas, respectivamente.

El empleo de fitosanitarios es necesario por razones económicas y técnicas para lograr alcanzar la producción de alimentos que el mundo necesita.

### ¿Cuál es su origen?

Los fitosanitarios son productos que pueden ser de origen natural (minerales o vegetales), biológicos o de síntesis química.

Entre los minerales se pueden mencionar algunos productos químicos inorgánicos obtenidos de la naturaleza, como el azufre, el arsénico o compuestos de cobre.

Dentro de los de origen vegetal existen productos como la nicotina o el piretro, que ya no se usan.

Entre los productos biológicos están los constituidos por microorganismos muy específicos que controlan insectos lepidópteros como el *Bacillus thuringiensis*. También pueden ser sustancias producidas por microorganismos como la abamectina, acaricida e insecticida derivado de la bacteria del suelo *Streptomyces avermitilis* y usado en los hogares para el control de hormigas, o el spinosad, derivado de la bacteria del suelo *Saccharopolyspora spinosa*, que controla ácaros, piojos y larvas de mosquitos.

La gran mayoría de los productos fitosanitarios usados en la actualidad son productos obtenidos por síntesis química, habiendo una amplia gama de acuerdo al grupo químico y el modo de acción.

### ¿Por qué los necesitamos?

El planeta Tierra tiene aproximadamente 51.000 millones de hectáreas de las cuales 1.500 millones (3%) son cultivables. Este es, por lo tanto, un recurso limitado.

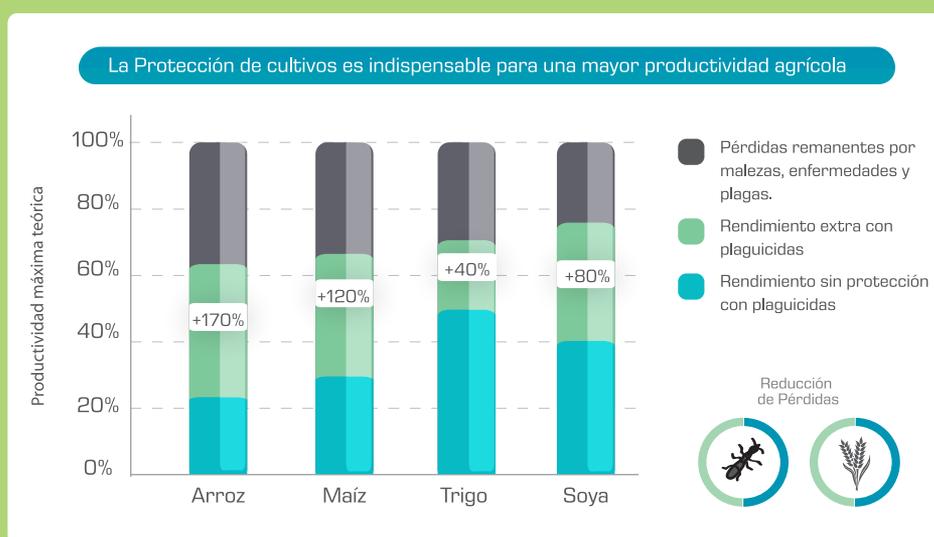
La población mundial sigue creciendo en forma sostenida y se estima que en 2050 llegue a los 9.200 millones de habitantes, un 50% más que en la actualidad.

El incremento constante de la población requiere de más cantidad y calidad de alimentos, pero los recursos naturales que se disponen para su producción (áreas cultivables, agua) son limitados.

Resulta fundamental entonces la utilización de tecnologías que ayuden a potenciar e incrementar la cantidad de alimentos disponibles para el consumo humano. Por ejemplo, optimización del uso del agua, mejoramiento vegetal (cultivos resistentes a plagas y a condiciones climáticas adversas), fertilización, y protección de la productividad de los cultivos. **Se estima que sin la aplicación de fitosanitarios la**

**producción mundial de frutas y hortalizas, forrajes y fibras caería entre 30 y 40% por acción de las plagas.**

Para el caso de los cultivos de arroz, maíz, trigo y soja, se estima que sin la aplicación de fitosanitarios los rendimientos caerían en un 40% para el trigo y un 170% en el arroz.



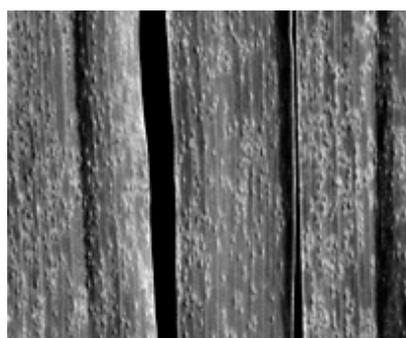
Fuente: Croplife Latin America

### Estimación de pérdidas potenciales en trigo, soja y maíz, sin uso de fitosanitarios (Oerke, 2006).

Cultivo	Producción (millones de Tn)	Valor Total de la Producción (millones de U\$S)	Pérdidas (%)	Pérdidas (millones de U\$S)
Soja	48.885	24.638	26,4	6.504
Maíz	23.004	6.648	31,3	2.081
Trigo	15.270	4.688	28,2	1.322
<b>Total</b>	<b>87159</b>	<b>35.974</b>	<b>--</b>	<b>9.907</b>

En la Argentina estas pérdidas potenciales que podrían sufrir los tres cultivos más importantes: soja, maíz y trigo por la no aplicación de fitosanitarios podría ser del 26,4%; 31,3% y 28,2%, respectivamente, como expresa Oerke en su publicación de 2006, "Crop Losses to pests". Aplicando el cálculo de daño para estos cultivos y usando los valores del año 2011, vemos el potencial impacto económico en la producción al no usar fitosanitarios para su protección.

## Beneficios de los productos fitosanitarios – algunos ejemplos



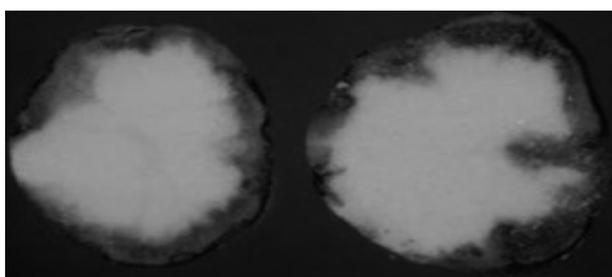
### Los fungicidas mantienen la calidad y la producción del trigo argentino

La roya de la hoja, causada por el hongo *Puccinia* sp., es una enfermedad que se observa cada año en la región pampeana argentina, con carácter de endémica en el centro-norte. Ataca las hojas de las plantas de trigo, sobre todo la llamada “hoja bandera”, que sale previa a la floración, pudiendo generar pérdidas de hasta el 50% de la producción si no se cuidan estas hojas a tiempo. La aplicación de distintos fungicidas, o de combinaciones de ellos, se realiza apenas se detectan los primeros síntomas, por lo que el monitoreo constante en esta época del cultivo es fundamental para establecer cuándo se alcanza el umbral de daño

económico (UDE) para poder realizar la aplicación. Esta metodología de monitoreo, evaluación y aplicación ha sido muy exitosa, logrando disminuir los daños y aumentando la producción del trigo argentino.

### La producción de papas en la región andina depende de los fungicidas

La papa juega un papel importante en la dieta de los países andinos, con un consumo anual de 100-200 kg por persona. La limitación principal para la producción de la papa en esa región es la enfermedad del tizón tardío, causada por un hongo que puede infectar a toda una plantación de papas en 3 días y generar pérdidas de hasta el 100%. Desde hace muchos años una proporción alta de productores de papa en los Andes viene aplicando fungicidas para controlar el tizón tardío. Una encuesta reciente indica que casi el 100% de los productores utilizan fungicidas como su método principal para garantizar cosechas saludables.



### Los insecticidas son una solución muy efectiva frente al problema de chinches en el cultivo de soja



Las chinches constituyen la mayor amenaza para el cultivo de soja en toda la región productora de esta oleaginosa. Esta plaga es particularmente importante porque se alimenta principalmente de vainas, causando un

daño directo e irreversible sobre las semillas en desarrollo. En Argentina las especies más frecuentes, y con niveles de infestación que afectan anualmente el rendimiento, son la chinche verde (*Nezara* sp.) y la chinche de la alfalfa (*Piezodorus* sp.). Mientras se alimentan, las chinches inyectan poderosos agentes histolíticos que licúan las porciones sólidas o semisólidas de los tejidos vegetales, facilitando su ingestión. La consecuente pérdida de contenido celular, el aborto o deformación de los granos y la penetración de microorganismos patógenos o que provocan podredumbre, son las principales vías por las cuales estos insectos provocan pérdidas de rendimiento y calidad del cultivo de soja. Actualmente, el control más efectivo para combatir estos insectos es mediante el uso de insecticidas.

## ¿Cómo se usan los productos fitosanitarios?

**Los productos fitosanitarios se aplican en distintos momentos del ciclo de los cultivos.** Algunos se aplican a las semillas para proteger a las plantas desde la siembra y en sus estadios tempranos de crecimiento.

Otros se utilizan preventivamente para evitar la aparición de la plaga. Por ejemplo, ciertos fungicidas se aplican antes de que los hongos se instalen y causen daño, especialmente cuando están dadas las condiciones de temperatura y humedad para que se desarrollen.

Los herbicidas e insecticidas, por ejemplo, se aplican luego de la aparición de la plaga y antes de que se generen pérdidas en el cultivo.

En cultivos anuales pueden ser utilizados desde el inicio, como tratamiento de semillas, y luego de la emergencia del cultivo hasta cerca del momento de cosecha. También hay productos que se utilizan luego de la cosecha para tratar los granos almacenados.

En el caso de cultivos frutales, los tratamientos son en general desde que las plantas brotan/florecen hasta la recolección de los frutos (manzanas, peras, cítricos). Los frutos pueden tratarse con productos de post-cosecha para prevenir el ataque de hongos y asegurar su calidad.

**Según el momento del ciclo, la aplicación se hace de distinta manera y con diferente equipamiento.**

En el caso de tratamiento de semillas en cultivos como maíz, girasol y soja (en algunos casos), la semilla es comercializada con el tratamiento incorporado por los semilleros que utilizan equipos especiales para la dosificación de precisión y el secado de las semillas.

En otros casos, la semilla es tratada en centros de tratamiento de semillas por distribuidores que venden los productos específicos para ello o son tratadas por el productor en el campo, como es el caso del trigo y la soja.

En el caso de cultivos extensivos, luego de la germinación se pueden hacer aplicaciones terrestres o aéreas de herbicidas, insecticidas o fungicidas, siempre por empresas especializadas o por los propios productores.

En el caso de cultivos perennes, como los frutales (perales, manzanos, citrus, vid, olivos, entre otros), las aplicaciones son realizadas con pulverizadoras terrestres de alto volumen. También se hacen tratamientos de la fruta en post-cosecha mediante pulverización o baño de inmersión y secado.

En todos los casos, es importante que se haga un uso responsable de los fitosanitarios siguiendo las **Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)** que permiten que los productos sean aplicados eficientemente y que lleguen al objetivo (suelo, follaje, frutos, etc.) sin causar derivas hacia zonas o lugares “no objetivo”.

Se debe destacar que en la mayoría de las provincias donde se realiza agricultura extensiva se ha implementado el sistema de receta agronómica que exige, previo a la aplicación de un producto en el campo, que intervenga un Ingeniero Agrónomo matriculado para indicar el producto a utilizar, la dosis y el modo adecuado de aplicación.

## ¿Cómo se investigan y obtienen nuevos productos?

Las principales compañías del mundo que trabajan en la obtención de nuevos productos realizan trabajos de laboratorio y de campo en el que intervienen científicos de distintas disciplinas.

La búsqueda de nuevos compuestos es costosa y prolongada. Se estima que una de cada 140.000 moléculas investigadas pasa de la etapa de desarrollo del laboratorio al campo para verificar su utilidad como fitosanitario.

Más de 120 estudios se realizan con cada producto para generar la información de caracterización y propiedades desde el punto de vista agrícola, ambiental y de salud que se requieren para su registro. Estos estudios tienen un costo estimado de 250 millones de dólares por cada producto que llega a la etapa comercial.

El tiempo que se requiere desde la síntesis inicial hasta la aprobación del uso de un producto fitosanitario es de aproximadamente 10 años.

## Inversión en nuevos productos que contribuyen a la productividad agrícola en un mercado de sostenibilidad

Más de 30 nuevos ingredientes activos serán lanzados en los próximos 5-10 años

### Herbicidas 10



*Suflufenazile -  
Thiencarbazone -  
Pyroxsulam  
Bicyclopyrone -  
Tembotrione*

### Fungicidas 10



*Hambra  
Bixafen  
Fluopicolide  
Ametoctradin  
Fluopyram*

### Insecticidas 10



*Sulfoxaflor  
Metaflumizone  
Spirotetramat  
Cholantraniliprole  
Flubendiamide*

Fuente: Croplife Latin America

## II Seguridad de los productos fitosanitarios

### Registro de productos fitosanitarios

En la Argentina, el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) es el organismo responsable de autorizar el registro para el uso de los productos para el control de plagas de la agricultura.

Consistente con la importancia del país como proveedor de alimentos en el mundo, la Argentina tiene requisitos para el registro y la autorización de uso de fitosanitarios similares a los de Europa, Estados Unidos y otros países de relevancia agrícola en el mundo.

Los cereales, frutas, hortalizas y productos derivados que exportamos tienen requerimientos muy exigentes en cuanto a los fitosanitarios que se pueden utilizar durante su cultivo. Por ejemplo: manzanas, peras, mostos, cereales y derivados (aceites, harinas, etc.), vinos, aceitunas, ajo y otros productos vegetales.

No se pueden usar en los cultivos, ni para las plagas en general, productos que no estén aprobados por el SENASA. Además, la producción no puede contener niveles de residuos superiores a los establecidos por este organismo.

### Seguridad ambiental y humana

Los cambios en el mercado de fitosanitarios se han dado no sólo en los volúmenes, sino también en las categorías toxicológicas de los productos usados y su persistencia en los cultivos y el ambiente.

Cada producto fitosanitario tiene una toxicidad aguda que se mide por la DL50 (dosis letal media), que expresa en miligramos por kg vivo/ratas (de uso experimental) la cantidad del fitosanitario que causa la muerte del 50% de esa población, estableciendo un valor único para cada producto.

Así, el SENASA, a través de la Resolución 302/2012, adoptó la clasificación toxicológica para productos fitosanitarios formulados de la OMS (2010), cuyo Anexo 1 se transcribe en la siguiente tabla que actualiza la anteriormente vigente.

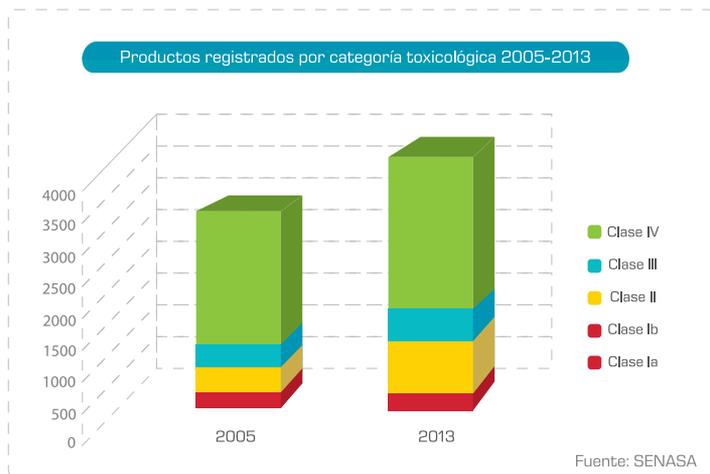
### Clasificación toxicológica de productos fitosanitarios formulados según riesgos y valores de las correspondientes DL50 (Anexo 1, Res. 302/12)

Clasificación	Oral	Dermal	Banda
Ia - Extremadamente peligroso	< 5	< 50	
Ib - Altamente peligroso	5 a 50	50 a 200	
II - Moderadamente peligroso	> 50 a 2000	> 200 a 2000	
III - Ligeramente peligroso	> 2000 a 5000	> 2000 a 5000	
IV - Normalmente no ofrece peligro	> 5000	> 5000	

\* Banda de color en parte inferior del marbete/etiqueta del envase de los productos.

Nuevos requerimientos regulatorios de la comunidad y de los consumidores han ido generando demandas respecto a los productos utilizados, por eso las empresas dedicadas al desarrollo de estas tecnologías han impulsado productos de menor toxicidad y de menor impacto en el medio ambiente.

Si analizamos la cantidad de productos disponibles en 2005, comparados con los registrados en 2013, vemos que hubo un incremento de productos registrados. En particular, los productos llamados "Banda Verde" que corresponden a la Clase Toxicológica IV (de menor riesgo para las personas), como puede observarse en el gráfico siguiente.



Este crecimiento en la cantidad de productos Clase IV registrados se produjo debido al aumento de la superficie de soja en casi 7 millones de hectáreas durante este período, 90% en siembra directa.

Si bien también aumentó la cantidad de productos registrados en Clase II, su utilización, en volumen de productos, de una banda respecto a la otra, es mayor en favor de la Banda Verde o Clase IV. Esto se explica en gran parte por el uso de herbicidas, sobre todo el glifosato, y como consecuencia de la introducción al mercado nacional de nuevas moléculas registradas de acuerdo a normativas más exigentes, especialmente en los aspectos ecotoxicológicos.

Esto último se refleja en la evolución del tiempo de carencia de los productos que indica el lapso de tiempo, en días, necesario hasta la cosecha luego de la aplicación de un producto fitosanitario. Este tiempo se indica en las etiquetas de todos los productos y, como se ve en el siguiente cuadro, ha disminuido como consecuencia de que los produc-

tos son cada vez menos tóxicos y más amigables con el medio ambiente.

Tiempo de Carencia (Días)	1985	1995	2005
Trigo	19	22	20
Soja 2°	52	24	9
Maíz	23	25	16
Soja	55	6	10
<b>Total Rotación</b>	<b>37</b>	<b>19</b>	<b>14</b>

Fuente: CASAFE, 2010 (Elaboración propia)

## ¿Cómo se prueba la seguridad de un producto fitosanitario?

En la Argentina, los productos fitosanitarios tienen un marco regulatorio para su experimentación, aprobación y uso.

Cuando una compañía tiene un producto nuevo, con potencial de uso para la Argentina, debe pedir al SENASA el permiso experimental para iniciar las pruebas biológicas en nuestro país.

Para eso, las regulaciones exigen que se presenten estudios toxicológicos (toxicidad aguda oral, dermal e inhalatoria; toxicidad subcrónica para las mismas vías) y el potencial de mutagénesis del compuesto. También, si se dispone, información de propiedades físico-químicas del producto.

La información de toxicología debe ser revisada y avalada por expertos toxicólogos argentinos autorizados por el SENASA que verifican las conclusiones de los estudios.

Años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Química</b> * Ingrediente Activo * Formulación	Síntesis		Desarrollo de procesos			Producción de planta piloto				
		Optimización de la síntesis								
			Formulación / Empaquetado						Producción	
<b>Biología</b> * Investigación * Desarrollo	Laboratorio / Invernáculo								Optimización de la aplicación	
		Pruebas de campo								
			Pruebas de campo para desarrollo y registro							
<b>Toxicología</b> * Mamíferos * Entorno	Toxicidad aguda, subcrónica y crónica / mutagénesis / carcinogénesis / teratogénesis / reproducción									
		Algas/ pilgas de agua / peces / aves / microorganismos / abejas / organismos no previstos							Evaluación oficial de documentos de Registro	
<b>Ecotoxicología</b> * Metabolismo * Residuos		Plantas / animales / suelo / agua / aire								Primeras ventas
			Plantas / animales / suelo / agua / aire							

Fuente: CASAFE, 2013 (Elaboración propia)

Finalizado este proceso y aprobado el "permiso experimental", se debe presentar un plan de ensayos que indiquen el cultivo, localidades donde se realizarán, superficie que abarcarán, entre otros requisitos.

Para un producto experimental se permite hacer ensayos en una superficie máxima de 20 hectáreas/año en el cultivo autorizado y la producción que resulte de estos ensayos debe ser destruida.

Para la inscripción definitiva, la legislación argentina requiere la presentación de información toxicológica adicional del principio activo a la ya presentada para obtener el permiso experimental: toxicidad crónica (estudio de 2 años), teratogénesis (estudio de producción de malformaciones), carcinogénesis (efecto de producción de cáncer), efectos en la reproducción, efectos sobre el ADN (ácido desoxirribonucleico, que contiene la información de transmisión genética), metabolismo (absorción, distribución, excreción) y neurotoxicidad.

Se deben presentar también estudios de ecotoxicología e impacto en el medio ambiente (toxicidad en aves, peces, abejas, organismos benéficos, etc.).

Todos los estudios que se presentan de toxicología, ecotoxicología, metabolismo, propiedades físico-químicas, de residuos y otras, deben ser generados por instituciones u organismos nacionales o extranjeros, siempre reconocidos e inscriptos en el SENASA.

Las pruebas de eficacia biológica deben ser realizadas en el país y el requerimiento para la inscripción definitiva es la presentación de los resultados de ensayos de por lo menos dos campañas en tres zonas ecológicas distintas de la Argentina para cada plaga que se quiera registrar.

Además, se deben presentar estudios de residuos determinados en la producción (granos, frutos, forraje) provenientes de ensayos realizados en el país durante dos campañas. Basado en estos datos y en los niveles internacionalmente aceptados, el SENASA establece lo que se conoce como tolerancia de residuos para la producción de cada cultivo.

Asimismo, establece el "Período de carencia" como el tiempo que debe transcurrir desde la última aplicación del producto hasta la cosecha, y el "Tiempo de reingreso" al campo tratado como el período de tiempo que debe transcurrir luego del tratamiento para poder reingresar al lote.

## Glifosato

El glifosato es un herbicida no selectivo que se usa para controlar las malezas que compiten o pueden llegar a competir con los cultivos por recursos como la luz, el agua y los nutrientes.

Actualmente, en el 95% de los lotes que se manejan con siembra directa se usa glifosato en algún momento del ciclo, particularmente, en la etapa de barbecho químico o aún en pre-siembra.

Se ha demostrado, por medio de diferentes análisis, que el glifosato no presenta efectos nocivos sobre la fauna (mamíferos, aves), microfauna (artrópodos), ni sobre la salud humana ni tiene efectos inaceptables para el ambiente, cuando es empleado correctamente para los fines previstos en su etiqueta y bajo las buenas prácticas de aplicación.

La Organización Mundial de la Salud y la FAO lo clasifican como "producto que normalmente no ofrece peligro" e indican que no provoca daños ni cambios en el material genético, no afecta el normal desarrollo embrionario, no produce efectos cancerígenos, no provoca malformaciones y no afecta el sistema nervioso.

Si bien el glifosato puede llegar a las fuentes de agua (lagunas, ríos, etc.) por derivación de aplicaciones, por escurrimiento o por voladura de suelo, las concentraciones no alcanzan niveles de riesgo toxicológico para el hombre o para los organismos acuáticos. En cuanto al suelo, el herbicida solo tiene actividad cuando es aplicado sobre las hojas o en cualquier parte verde de un vegetal superior. Una vez en el suelo, el glifosato es inmovilizado en las partículas más finas donde será degradado por los microorganismos

hasta compuestos naturales. Además, dado que no es volátil, el glifosato no vaporiza, lo que reduce el riesgo de exposición en el hombre, animales y cultivos cercanos, por esta vía.

En la Argentina, el SENASA ha aprobado hace décadas su uso (1978-1979). Su permiso de utilización, denominado "registro", se otorgó luego de someter a la autoridad decenas de trabajos científicos que demuestran los efectos del producto sobre las plagas, las personas y el ambiente. Según la Resolución 350/99 del SENASA, el principio activo glifosato en su uso normal está dentro del grupo de activos de improbable riesgo agudo.

En 2009, Presidencia de la Nación creó, a través del Decreto 21, un comité científico interdisciplinario, dependiente del Ministerio de Salud e integrado por el INTA, el SENASA, el Ministerio de Agricultura, el CONICET y la Secretaría de Medio Ambiente, para evaluar la seguridad del empleo del glifosato y otros agroquímicos como insumos agropecuarios y, luego de revisar la bibliografía de todo el mundo, dicho comité no encontró referencia que hasta el momento acredite peligro para el uso del glifosato.

Como elemento clave para el sistema de implantación de cultivos sin roturación mecánica del suelo (Siembra Directa), el glifosato está ligado al control de la erosión, a una menor compactación del suelo, al aumento de la fertilidad, a la conservación de los recursos hídricos, a la economía de uso en maquinarias y combustibles y, como consecuencia, a la reducción de las emisiones de dióxido de carbono.

### ¿Quiénes venden y avalan los productos fitosanitarios?

Los productos autorizados por el SENASA son vendidos a través de cadenas de comercios locales que representan a las distintas empresas fabricantes o formuladoras habilitadas en la Argentina.

Las empresas y productos activos o formulados (forma comercial en que se venden), son nacionales o importados.

El fabricante y/o formulador es quien garantiza la calidad y el funcionamiento apropiado del producto a las dosis y las recomendaciones indicadas en el rótulo aprobado.

Los productos deben ser usados de acuerdo a las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), es decir, a las dosis y los momentos indicados en el rótulo, con las condiciones de clima (humedad, viento y temperatura) apropiados para que el producto llegue a su objetivo, la plaga.

También deben ser aplicados hasta el tiempo indicado como período de carencia para no superar los niveles de residuos establecidos para cada cultivo.

La aplicación debe ser hecha por personal idóneo con conocimiento del manejo de los productos y adecuadamente protegido según el producto a usar (guantes, botas, máscara, equipo de protección personal, etc.)

## Los residuos que quedan en los alimentos

Los productos fitosanitarios pueden ser absorbidos o quedar en la superficie de las partes comestibles de las plantas. La cantidad inicial que queda luego de la aplicación se reduce durante el ciclo del cultivo, de modo que en el momento en que se consume, los niveles son mínimos. A esta pequeña cantidad se la denomina "residuo". Muchas veces los residuos se reducen tanto que no se pueden detectar aún usando los equipos de análisis más modernos.

La posible presencia de residuos en los alimentos (tanto plantas, animales o los alimentos que derivan de ellos) es uno de los aspectos que se tienen en cuenta cuando se autoriza el uso de un determinado producto fitosanitario. En la Argentina, el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), después de ensayos regulados y evaluaciones exhaustivas, determina la cantidad máxima que se puede tolerar de un producto fitosanitario en los alimentos para que no causen ningún daño a la salud. Esa cantidad máxima se regula por norma y se conoce como Límite Máximo de Residuo (LMR).

El LMR es la cantidad máxima de residuo permitida en un alimento y se establece para cada combinación alimento/producto fitosanitario dentro de márgenes seguros para la salud humana. Esto quiere decir que una persona puede consumir un alimento durante toda su vida con un nivel de residuos igual o menor a los LMR establecidos y no le producirá ningún daño a la salud.

El LMR se determina tomando en cuenta tres aspectos fundamentales: la práctica agrícola con la cual se emplea el producto fitosanitario, su toxicidad (indica el peligro) y la ingesta del alimento que puede contener el residuo (determina la exposición). Para eso se cuenta con información de toxicidad aguda, estudios de alimentación a corto y largo plazo y estudios bioquímicos que indican cómo se absorbe, se distribuye en el cuerpo, se elimina, cuánto tiempo persiste en el organismo y en el ambiente, cómo se metaboliza, entre otros. Además, se necesitan estudios sobre efectos específicos, como carcinogenicidad, reproducción, teratogenicidad y, para algunos compuestos, neurotoxicidad.

Los LMR basados en las Buenas Prácticas Agrícolas son inferiores

a los que derivan de datos toxicológicos, para lograr un nivel de protección mayor al consumidor. Debido al amplio margen de seguridad que se toma para el establecimiento de un LMR, la superación de estos en la mayoría de los casos no constituye riesgo para la inocuidad alimentaria.

Los LMR establecidos en la Argentina se encuentran en la Resolución SENASA Nro 256/2003 y en la Resolución ex SAGPyA Nro 507/08.

Un aspecto importante es qué laboratorios realizan los análisis para determinar la presencia de residuos de productos fitosanitarios. Para que un resultado analítico sea confiable debe cumplir con requisitos y normas de calidad de nivel y reconocimiento internacional que en nuestro país son auditadas y acreditadas por el Organismo Argentino de Acreditación. El SENASA cuenta con un laboratorio que cumple con las normas de calidad internacional y, a su vez, administra y audita la Red Nacional de Laboratorios enmarcados en los mismos conceptos de calidad citados.

Fuente: <http://www.senasa.gov.ar>



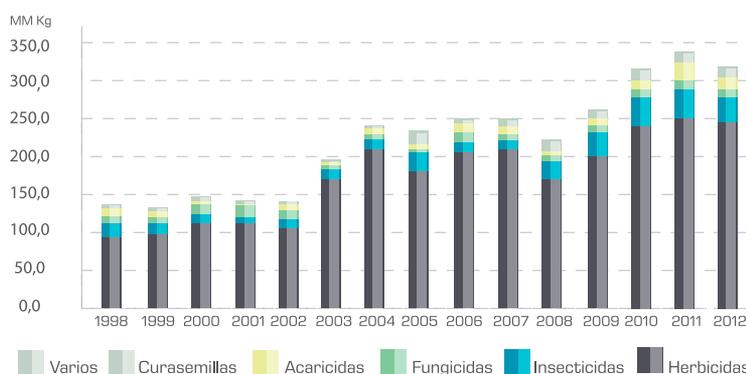
## III El mercado de fitosanitarios

Los cambios tecnológicos en la agricultura argentina como los nuevos sistemas de labranza, la rotación de cultivos y los nuevos materiales (híbridos y variedades de los principales cultivos) que han permitido la incorporación de nuevas áreas a la agricultura; además de normativas más exigentes para el registro de productos, especialmente en los aspectos ecotoxicológicos y los cambios en la dinámica de plagas, han ido generando requerimientos de nuevos productos. Todo ello provocó cambios significativos en el mercado de fitosanitarios en la última década y media.

El mercado de protección de cultivos creció en forma sostenida a partir de mediados de los 90, pasando de 100 millones de kg/litros de productos utilizados a 320 millones de kg/litros en la actualidad.

Históricamente, el segmento más importante dentro de este mercado fue el de herbicidas. Esta tendencia se ha mantenido igual en los últimos 15 años. La cantidad de herbicidas utilizados en volumen aumentó dos veces y media, mientras que el de insecticidas se duplicó. El volumen de fungicidas aumentó una vez y media en ese lapso.

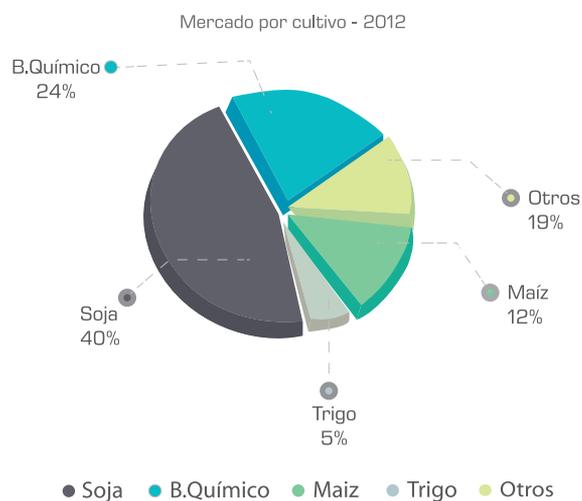
Evolución mercado de fitosanitarios en Kg/l (1998-2012)



Fuente: Informe anual del mercado de fitosanitarios de Kleffmann Group

Si analizamos el uso de fitosanitarios por cultivo, el principal destinatario de productos es la soja con el 40% del mercado. Le sigue en importancia el Barbecho Químico (24%), el maíz (12%) y el trigo (5%).

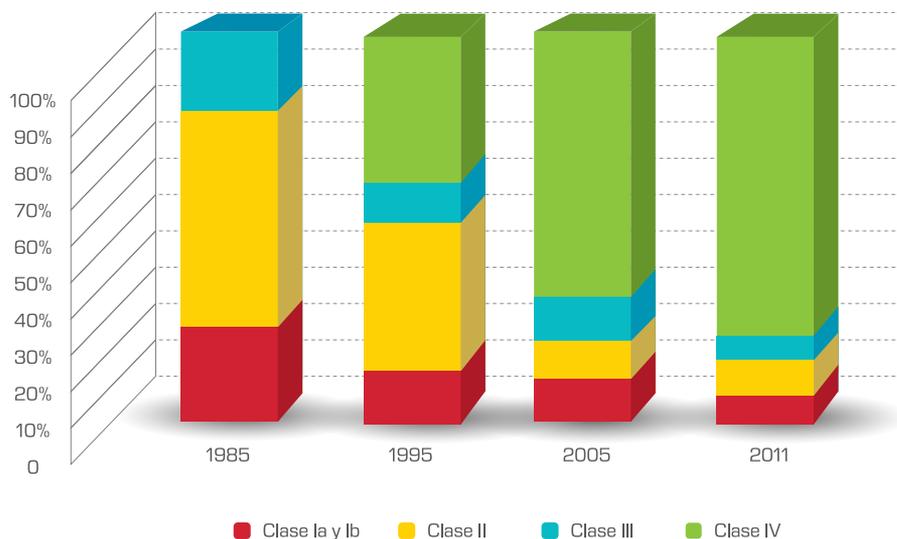
Mercados según los principales usos de fitosanitarios



Fuente: Informe anual del mercado de fitosanitarios de Kleffmann Group

En cuanto a la toxicidad de los productos que se comercializan en la Argentina podemos remarcar que la misma ha disminuido paulatinamente como consecuencia de la introducción al mercado nacional de nuevas moléculas. Los productos han disminuido 75 veces la dosis letal (DL50), marcando un claro esfuerzo de la industria en desarrollar productos de protección de cultivos que cumplen con exigencias cada vez mayores para registrar nuevas moléculas.

Evolución de la toxicidad de productos fitosanitarios en el mercado argentino



Fuente: Informe anual del mercado de fitosanitarios de Kleffmann Group

## IV Fuentes de consulta

Giorda y Baigorri en "Aspectos del desarrollo agropecuario argentino 1875-2005". Lucio G. Reca - Buenos Aires - Agosto 2006.

**Huella ambiental de la Agricultura Argentina** – Ernesto F. Viglizzo – INTA Conicet.

**La Agricultura Argentina en Marcha** - Sus cambios e impactos, con atención al uso de Glifosato y otros herbicidas. Septiembre 2009. AACREA (Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola).

**La Argentina 2050 – La revolución tecnológica del agro.** CASAFE, 2009.

E.-C. OERKE (2006). Crop losses to pests. Institute for Plant Diseases, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universitaet Bonn, Nussallee 9, D-53315 Bonn, Alemania.

E.-C. OERKE (2006), Insect Pest Problems and Crop Losses: Changing Trends G.S. Dhaliwal<sup>1\*</sup>, Vikas Jindala and A.K. Dhawan.

**Asociación Española de Toxicología – Glosario de Términos Toxicológicos.** IUPAC (Duffus y cols. 1993).

"Manual para el Operador de Depósitos de Productos Fitosanitarios". CASAFE 2008

"Manual de Emergencias Médicas", CASAFE.

"Manual de Almacenamiento Seguro", CASAFE 2008.

"Manual para Transporte Seguro de Fitosanitarios", CASAFE 2010.

### Sitios de internet

Sitio web de AACREA (Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola)

<http://www.aacrea.org.ar>

Sitio web de AAPRESID (Asociación Argentina de Productores de Siembra Directa)

<http://www.aapresid.org.ar>

Sitio web de la Bolsa de Cereales

<http://www.bolcereales.com.ar/>

Sitio web de la Bolsa de Comercio de Rosario

<http://www.bcr.com.ar>

Sitio web de la Bolsa de Cereales de Córdoba

<http://www.bccbba.com.ar>

Sitio web de la Bolsa de Cereales y Productos de Bahía Blanca

<http://www.bcp.org.ar>

Sitio web de Cairplas

<http://www.cairplas.org.ar>

Sitio web de CASAFE (Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes)

<http://www.casafe.org>

Sitio web CropLife International

<http://www.croplife.org>

Sitio web de Crop Life Latin America

<http://www.croplifela.org>

Sitio web de FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)

<http://www.fao.org>

Sitio web de Fertilizar

<http://www.fertilizar.org.ar>

Sitio web de Foro de la Cadena Agroindustrial Argentina

<http://www.foroagroindustrial.org.ar>

Sitio web de Fundación Producir Conservando

<http://www.producirconservando.org.ar>

Sitio web de Instituto Argentino de Normalización y Certificación

<http://www.iram.org.ar>

Sitio web de INNEC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, México).

<http://www.innecc.gob.mx>

Sitio web del Inta

<http://inta.gob.ar/>

Sitio web de Journal Cambridge

<http://www.journals.cambridge.org>

Sitio web de Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca

<http://www.minagri.gob.ar>

Sitio web de Ministerio de Economía y Finanzas Públicas de La Nación

<http://www.mecon.gov.ar/>

Organización Mundial de la Salud

<http://www.who.int>

Sitio web de la OMPI (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual)

<http://www.wipo.int>

INPI (Instituto Nacional de Propiedad Intelectual).

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, México.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo, España.

IRAM - Instituto Argentino de Normalización y Certificación

Sitio web Proyecto "Darse Cuenta"

<http://www.darsecuenta.org.ar>

Sitio web del SENASA

<http://www.senasa.gov.ar/>

Sitio web de Task Force de Ditiocarbamatos

<http://www.ebdcs.com/>

Sitio web de U.S Department of Agriculture

<http://www.usda.gov>

Sitio web de U.S Environmental Protection Agency –EPA

<http://www.epa.gov/>

Sitio web de U.S Food and Drug Administration

<http://www.epa.gov/>

MANUAL PARA  
PERIODISTAS

USO RESPONSABLE DE  
PRODUCTOS Y TECNOLOGÍAS



ASA y CASAFE se comprometen a que todos sus miembros empleen sus productos y tecnologías (semillas, biotecnología y productos fitosanitarios) de una manera segura y responsable. Esta política ha sido una parte integral de las operaciones de las empresas que forman parte de ASA y CASAFE desde siempre, asegurando la calidad de sus productos para todos los eslabones de la cadena productiva.

## 1) Uso responsable de los productos de la biotecnología agrícola

Por su parte, ASA ha desarrollado el programa “Uso y Manejo Responsable de Productos y Tecnologías”, con el fin de promover el uso y manejo responsable de los productos derivados de la biotecnología agrícola, desde las etapas más tempranas de su desarrollo hasta su discontinuación.



El programa tiene como objetivos promover la implementación de buenas prácticas para el uso y manejo responsable de los productos de la biotecnología agrícola y comunicar sobre tales prácticas a los diferentes actores de la cadena de valor y a todos aquellos relacionados con la regulación, control y gestión de los productos de la tecnología.

Se basa en tres pilares: Excellence Through Stewardship (ETS), Manejo de Resistencia de Insectos (MRI) y Manejo de Resistencia de Malezas.

### Excellence Through Stewardship (La excelencia a través de Stewardship)

Es la primera iniciativa conjunta de la industria para promover la adopción global de programas de uso y manejo responsable para todo el ciclo de vida de los productos derivados de la biotecnología agrícola.

ETS ofrece guías para facilitar la comprensión e implementación de sistemas para el uso y manejo responsable de los productos de la biotecnología agrícola y talleres de capacitación para instituciones y empresas dedicadas a la investigación, desarrollo y/o comercialización de productos derivados de la biotecnología.

vegetal en la Argentina y/o empresas que en sus operaciones emplean cultivos genéticamente modificados para la generación de alimentos, forrajes, combustibles o fibras.

Las cinco guías con las que cuenta el Programa están diseñadas en un formato “listo para usar” fácilmente adaptable a operaciones y actividades específicas de cada organización:

- ★ **Guía para la Gestión de Productos Vegetales obtenidos por Biotecnología:** identifica las consideraciones del programa Stewardship en todas las fases del ciclo de vida del producto.
- ★ **Guía para el Mantenimiento de la Integridad de los Productos Vegetales:** identifica las consideraciones para mantener la integridad de los productos en investigación en el laboratorio, investigación en instalaciones cerradas (invernaderos), ensayos aislados de campo, multiplicación de plantas y semillas y comercialización y distribución de plantas y semillas.
- ★ **Guía Para la Gestión de Lanzamiento de Productos:** provee lineamientos para el desarrollo de procesos propios del lanzamiento del producto que incluye un ejemplo de evaluación de mercados y comercialización.
- ★ **Guía para el Manejo de la Respuesta a Incidentes:** identifica consideraciones para la gestión y planeamiento de respuestas a incidentes.
- ★ **Guía para la Discontinuación de los Productos:** identifica consideraciones para la gestión de sistemas utilizados en la discontinuación de los productos biotecnológicos.

## Manejo de Resistencia de Insectos

Los productores argentinos han adoptado rápidamente los cultivos genéticamente modificados con el objetivo de controlar ciertos insectos plaga que causan importantes daños económicos. Estos cultivos ofrecen además beneficios para el ambiente y la salud.

La eficacia de control de los cultivos Bt está dada por la introducción de genes codificantes para proteínas que poseen actividad tóxica contra algunos insectos plaga (proteínas Bt). Sin embargo, es importante considerar que cuando una población de insectos es expuesta repetidamente a altas concentraciones de ciertos insecticidas, tales como las proteínas Bt, puede desarrollar mecanismos de resistencia. Si esto ocurre, los cultivos Bt perderían eficacia de control y así sus beneficios.

El desarrollo de resistencia en insectos es una preocupación importante para todos los actores de la cadena, quienes deben considerar el manejo de la resistencia desde el momento de la siembra de los cultivos Bt. Estas consideraciones dieron origen al Programa de Manejo de Resistencia de Insectos y al Programa Refugio impulsados por todas las empresas socias de ASA, en el cual se recomienda el manejo y gestión responsable de la tecnología con el objetivo de retrasar la generación de resistencia y permitir aprovechar al máximo sus beneficios.

Los refugios son una porción del lote del cultivo Bt sembrada con el cultivo no Bt de similar ciclo de madurez, usados para retrasar la aparición de insectos resistentes. En los refugios, los insectos susceptibles pueden alimentarse del cultivo no Bt y sobrevivir para aparearse con los insectos

resistentes que eventualmente puedan sobrevivir en el lote Bt y generar descendencia susceptible a la cual la tecnología controlará.

## Manejo de Resistencia de Malezas

Los herbicidas han revolucionado el control de las malezas en la agricultura desde la década de 1940 al incrementar la capacidad de los productores para hacer frente a este problema y su uso, en combinación con otras técnicas de manejo integrado de malezas, es una parte integral en la producción mundial de alimentos.

Sin embargo, el uso repetido del mismo herbicida o herbicidas con el mismo modo de acción sin la aplicación simultánea de otros métodos de manejo integrado de malezas las somete a una mayor presión de selección que puede conducir a un aumento del número de individuos resistentes.

Es por ello que el manejo integrado de malezas es un factor clave en un programa de agricultura sustentable, ya que en esta estrategia de control de malezas se considera el uso de todas las técnicas disponibles. Éstas incluyen medidas preventivas, monitoreo, rotación de cultivos, sistemas de labranza, rotación de herbicidas, mezcla de herbicidas y control biológico, entre otras.

ASA y CASAFE conjuntamente con otras instituciones públicas y privadas, intervienen en diferentes ámbitos para impulsar y difundir estos conceptos y forma parte de la Comisión Nacional Asesora sobre Plagas Resistentes (CONAPRE) que tiene como finalidad asesorar al SENASA en el monitoreo, prevención y manejo de plagas resistentes a productos fitosanitarios.

## 2) Uso responsable de productos fitosanitarios

CASAFE impulsa también varios programas de uso responsable de productos fitosanitarios. En conjunto con la mayor parte de las compañías fabricantes y vendedoras de fitosanitarios trabaja permanentemente en la difusión y educación de usuarios y consumidores de productos fitosanitarios para que los mismos se utilicen y manejen adecuadamente.

A todo este proceso se lo conoce como Cuidado de Producto, Gestión Responsable de Productos y Tecnologías o Uso Seguro de los productos fitosanitarios. Mediante el mismo, se busca identificar y reducir los riesgos en seguridad, salud y medio ambiente en cada etapa del ciclo de vida de un producto, teniendo en cuenta consideraciones de interés para los usuarios, la comunidad y la sociedad.

La gestión responsable es una labor principalmente formativa de los participantes de la cadena de uso, tendiente a lograr un manejo seguro y efectivo de los productos para la protección de los cultivos. Para ello se desarrollan un conjunto de acciones con los usuarios (comercios, distribuidores, aplicadores y productores) y lineamientos para reforzar los conceptos tendientes a minimizar los riesgos asociados al uso de los productos fitosanitarios.

Con la puesta en práctica de todas estas recomendaciones, la aplicación de un producto no debe tener efectos indeseados para quien lo usa o para quien consume la producción.

### Buenas Prácticas Agrícolas en el manejo de fitosanitarios

La gestión responsable de fitosanitarios tiene como objetivo lograr el manejo y uso responsable de los fitosanitarios

durante todo su ciclo de vida: desde su descubrimiento y desarrollo, ciclo comercial y uso en el campo, hasta su eliminación por el uso.

En todas estas etapas se aplica el programa de Cuidado Responsable del Medio Ambiente que apunta a reducir el efecto invernadero, a generar una menor cantidad de residuos, a minimizar la frecuencia de ocurrencia de accidentes de trabajo y a optimizar el uso de la energía y el agua.

Durante la etapa de **investigación y desarrollo** se realizan estudios toxicológicos y ecotoxicológicos que son considerados por los organismos reguladores gubernamentales (por ejemplo, el SENASA en Argentina) para su aprobación.

**En la etapa de manufactura** se aplican las Buenas Prácticas de Manufactura a fin de evitar siniestros que afecten a personas, instalaciones y al medio ambiente.

El transporte de productos fitosanitarios se ajusta a las normativas específicas vigentes para este tipo de productos.

Para la etapa de almacenamiento, CASAFE tiene en marcha el programa Depósito Ok de certificación y mejora continua de los depósitos, con más de 550 distribuidores certificados y con cursos de capacitación realizados de manera periódica.

**Para la distribución, se sigue el Código Internacional de Conducta para la distribución y utilización de fitosanitarios (FAO).**

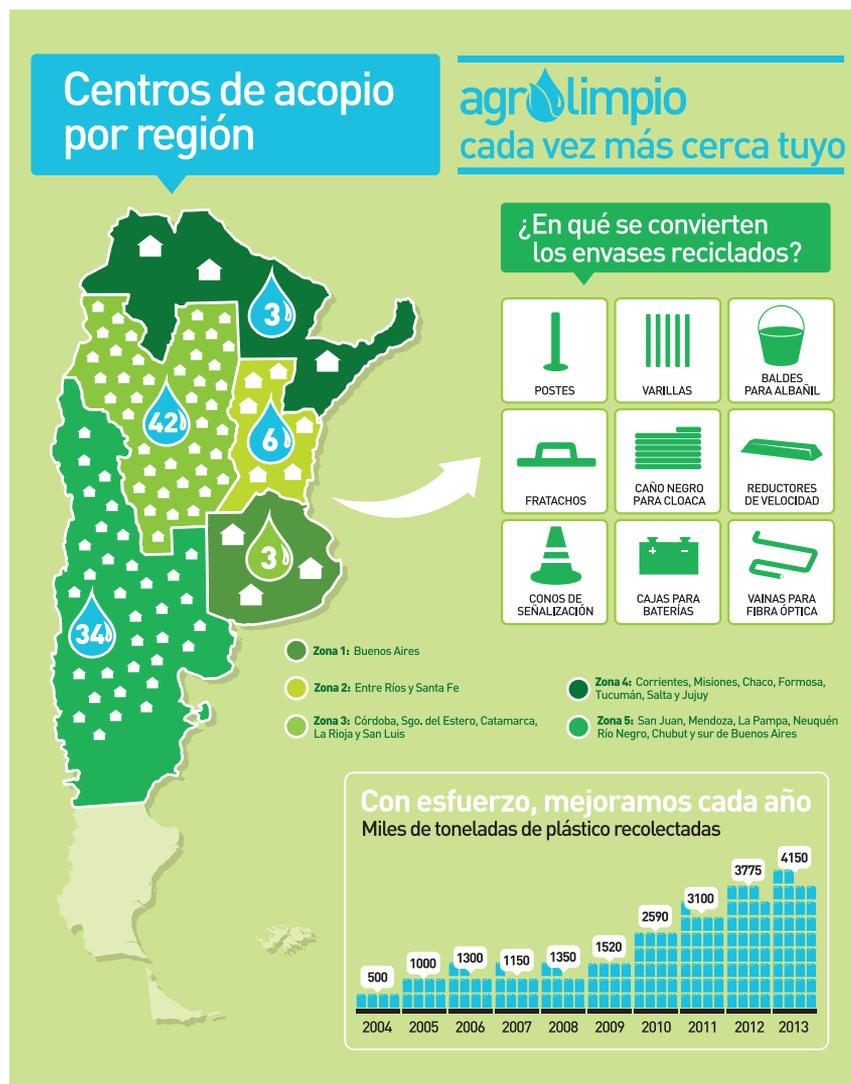


## Aplicación Responsable

El manejo responsable en la etapa de aplicación de fitosanitarios es de suma importancia porque se produce la liberación al medio ambiente del producto y aumenta el riesgo de contacto con el operador y las poblaciones rurales. CASAFE ha desarrollado programas en conjunto con entidades públicas y privadas que tienen como objetivo la capacitación y profesionalización en esta etapa.

## Manejo de los envases vacíos

CASAFE fomenta el reciclaje seguro de los envases usados, por eso implementa el programa AGROLIMPIO, destinado a concientizar y colaborar en la elaboración de un sistema de recolección y transformación de envases vacíos en conjunto con entidades civiles, públicas y privadas del sector agropecuario. Tiene como objetivo reciclar eficientemente el plástico de los envases rígidos vacíos de productos fitosanitarios con triple lavado o lavado a presión según la NORMA IRAM N°12.069 y perforados para su inutilización, transformándolos en insumos para la elaboración de artículos útiles para la sociedad en una forma ambientalmente segura y sustentable.



## Manejo de los stocks obsoletos

En Argentina la industria, junto a diversas autoridades, brinda asistencia a los particulares que solicitan ayuda en esta materia. Desde CASAFE se promueve el cumplimiento del Código de Conducta de la FAO para la distribución y uso de fitosanitarios como así también con las normativas respectivas de los países en los cuales se utilizan.

MANUAL PARA  
PERIODISTAS

LA PROPIEDAD INTELECTUAL  
EN SEMILLAS Y  
PRODUCTOS FITOSANITARIOS



## Propiedad Intelectual

### ¿Por qué se deben proteger los productos del conocimiento?

Estamos inmersos en una sociedad del conocimiento y el motor que impulsa la economía de una nación es la innovación. Atrás quedaron los tiempos en los que un país era rico por la abundancia de sus recursos naturales o por su capacidad de producir materias primas o artículos manufacturados a bajo costo. La globalización mundial de la economía ha puesto de relieve que el desarrollo económico está íntimamente ligado a la innovación.

Un país sin conocimiento propio está condenado a depender de otros en casi todos los aspectos, y actualmente los países poseedores del conocimiento son, por obvias razones, los baluartes de su protección.

La innovación impulsa el crecimiento económico, contribuye a aumentar los niveles de vida, ofrece oportunidades de inversión y puestos de trabajo y es esencial para abordar el objetivo global de desarrollo sostenible. Para ayudar a alcanzar estos objetivos, los gobiernos deben crear los incentivos adecuados para el crecimiento continuo de la innovación y establecer un marco de políticas racionales que la favorezcan. De esta manera, un buen sistema de derechos de propiedad intelectual es un instrumento fundamental que sirve para:

- ★ Fortalecer las actividades de investigación y desarrollo (I+D).
- ★ Promover la transferencia de tecnología.
- ★ Potenciar el vínculo universidad—empresa, o dicho de otro modo, el vínculo entre el sector investigador-académico y el sector productivo.
- ★ Estimular la innovación para garantizar una oferta suficiente de nuevos desarrollos.

### ¿Por qué se protegen las variedades vegetales?

Las evidencias arqueológicas muestran que el hombre practicaba una forma elemental de selección de plantas

—hoy conocida como “domesticación”— desde hace 12.000 años. A partir de ese momento, el mejoramiento vegetal se fue haciendo cada vez más complejo, técnico y científico, al punto que lo que significa hoy, en el siglo XX-XXI, no guarda ninguna relación lo que podía entenderse como tal en el siglo XIX y anteriores. En este sentido podemos decir que el mejoramiento vegetal ha atravesado y dejado atrás dos etapas: la del mejoramiento empírico basado en el fenotipo (es decir, lo que se observa) (10.000 AC hasta 1.866 DC) y la del mejoramiento científico también basado en el fenotipo (1.866 DC hasta 1.970 DC). Hoy estamos en una tercera etapa, en la que el mejoramiento vegetal también es científico pero se basa en el fenotipo más el genotipo (la información almacenada en el ADN), y hay evidencias que demuestran que se está avanzando hacia una cuarta etapa, donde el mejoramiento podría llegar a ser exclusivamente científico y basado en el genotipo.

Por otro lado, el mejoramiento vegetal depende de la interacción entre el genotipo y el ambiente, y por lo tanto, es uno de los escasos productos del ingenio humano imposible de importar como un paquete tecnológico aislado. Es necesario un arduo trabajo a nivel local a fin de desarrollar paquetes tecnológicos aplicables.

Por lo mencionado anteriormente, el mejoramiento vegetal ha dejado de ser desde hace mucho tiempo una actividad que realiza el hombre común; hoy es una especialidad profesional interdisciplinaria que se ubica en las fronteras del conocimiento. Como tal, demanda una protección de su creatividad e ingenio que únicamente puede ser alcanzada mediante adecuados sistemas de protección intelectual.

Las variedades modernas que hoy sirven como fuente de alimento, fibra y combustible no son productos de la naturaleza, sino que son productos de los programas de mejoramiento vegetal. Ninguna variedad de trigo, soja, maíz, girasol, etc. que se usa actualmente, se conocía hace 10 años atrás, y hace 20 años ni existía.

Como todo producto de la inventiva humana, las variedades vegetales pueden ser protegidas mediante derechos de propiedad intelectual. Por su especificidad, las variedades vegetales se protegen por un sistema que genéricamente se denomina "Derechos de Obtentor".

En Argentina, la actual ley de semillas y creaciones fitogenéticas 20.247 data de 1973, y fue en su momento un instrumento jurídico de avanzada en nuestro país y la base normativa con la que otros países de Latinoamérica mejoraron o introdujeron la problemática de la protección de las obtenciones vegetales y la regulación del comercio de semillas. Sin embargo, si bien en esa época ya eran evidentes los avances que estaban ocurriendo en el campo de la biología, especialmente en lo relacionado con la estructura y función del material hereditario, era difícil, si no imposible, prever el impacto que esas técnicas y otras que luego se incorporaron, tendrían sobre el mejoramiento de las especies cultivadas. Basta mencionar que la biotecnología moderna, basada en la ingeniería genética, se desarrolló con posterioridad a esa fecha.

### ¿Por qué se protegen los productos de la biotecnología?

Los productos derivados de la aplicación de herramientas biotecnológicas también son derivados del ingenio humano y como tales, son factibles de ser protegidos. Dependiendo de cada país, una enorme cantidad de productos derivados de la biotecnología puede ser protegido bajo el régimen de patentes. Para ello, el producto debe demostrar que es nuevo (novedad absoluta), que tiene altura inventiva y que es factible de aplicación industrial.

En la actualidad la mayoría de los países permiten el patentamiento de secuencias de ADN, siempre que se haya podido demostrar que no se esté patentando algo preexistente en la naturaleza. Como las construcciones genéticas que se usan para generar plantas transgénicas son creadas en el laboratorio, son consideradas en general como material patentable; las oficinas de paten-

tes de Brasil y Argentina, por ejemplo, tienen concedidas decenas de estas patentes.

Las patentes en Argentina se rigen por la Ley de Patentes de Invención y Modelos de Utilidad, 24.481 (modificada por la Ley 24.572 y Ley 25.859), y el INPI (Instituto Nacional de la Propiedad Intelectual) es el responsable de su análisis y concesión. La duración de una patente en Argentina es de 20 años contados desde la fecha de presentación de la solicitud y, como todo derecho de propiedad intelectual, constituye un incentivo para la creatividad e innovación tecnológica.

### ¿Por qué se protegen los productos fitosanitarios?

Los productos fitosanitarios se definen como aquellas sustancias o mezcla de sustancias que se emplean para mantener la buena salud de las plantas y los cultivos. Estas sustancias son productos químicos tanto naturales como sintéticos, que ayudan a controlar las enfermedades, los diferentes tipos de plagas y las malezas. Se incluyen también en esta lista los defoliantes, desecantes y las sustancias reguladoras del crecimiento vegetal o fitoreguladores.

La producción de la mayor parte de los cultivos sería inviable de no contar con los productos fitosanitarios, y por lo tanto los mismos se convierten en medios imprescindibles para la producción agrícola sea tanto bajo los sistemas convencionales de agricultura, como en aquellos casos en que los mismos están integrados a la producción ecológica. También es importante tener en cuenta que los productos fitosanitarios son muy importantes durante el almacenamiento de la cosechas.

Al igual que para el caso de los productos de la biotecnología, los productos fitosanitarios son derivados del ingenio humano y por lo tanto pueden ser protegidos. También, e idéntico al caso mencionado, la ley de patentes es el instrumento que se aplica para su protección intelectual.



## MANUAL PARA PERIODISTAS

**ArgenBio**  
Consejo Argentino para la Información  
y el Desarrollo de la Biotecnología

**ASA**  
Asociación Semilleros Argentinos

**casafe**  
Empresas de tecnología para  
la protección de los cultivos

