

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOMAS DE ZAMORA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Plan de Especialización presentado para optar al título de Ingeniera Agrónoma.

Trabajo final de grado.

“Biotecnología comparada entre Argentina y Bolivia en cultivos extensivos”

Alumna: Carolina Rey.

Tutor: Dra. Szemruch, Cyntia Lorena.

Tribunal Examinador:

Dra. Rondanini, Déborah Paola.

Ing.Agr.(MSc) Urretabizkaya, Néstor.

Dr. López, César Gabriel.

Lomas de Zamora, Agosto de 2019.

INDICE

Tabla de contenido

RESUMEN	3
INTRODUCCION	4
Diferentes concepciones de Biotecnología	4
Objetivo	9
Historia de la Biotecnología.....	10
Ventajas y desventajas de la Biotecnología	10
¿Qué son los organismos genéticamente modificados (OGM)?	14
¿Cómo se desarrolla un organismo vegetal genéticamente modificado?	14
¿Cuáles son los alimentos derivados de los OGM?	15
Biotecnología comparada entre Argentina y Bolivia en números	16
Biotecnología comparada por cultivo	24
Soja.....	24
Maíz	28
Algodón.....	30
Trigo.....	34
Marco regulatorio	35
Controversia sobre estas regulaciones	40
Discusión.....	42
Propuestas	43
Conclusiones.....	44
Referencias	46

RESUMEN

La biotecnología implica el uso de organismos vivos o partes de ellos (estructuras subcelulares, moléculas) para la producción de bienes y servicios. En la biotecnología agrícola se manipula la estructura genética de los organismos para resolver problemas de la producción y elaboración de productos agrícolas. Argentina cultiva Organismos Genéticamente Modificados (OGM) desde hace más de 2 décadas. Es uno de los 7 países en el mundo que desarrolló cultivos transgénicos 100 % locales. Casi el 100 % de la soja y el algodón y el 90 % del maíz argentino son transgénicos. En cambio en Bolivia, está prohibido el uso de semillas genéticamente modificadas, excepto en el caso del cultivo de soja. Mi experiencia de intercambio estudiantil me permitió observar que Argentina y Bolivia presentan grandes diferencias en cuanto a la adopción de la Biotecnología. Estas diferencias tienen bases de diversa índole, cultural, social, económica y regulatoria, científica y tecnológica. El objetivo del presente fue comparar la adopción de la Biotecnología entre Argentina y Bolivia en cultivos extensivos, en base a mi trabajo realizado durante el intercambio estudiantil que realice en la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno en Santa Cruz de la Sierra. La Argentina presenta enormes ventajas para el desarrollo de la biotecnología, en cambio en Bolivia surge la necesidad de solicitar la autorización y legalización con el objetivo de incrementar la producción. Esto podría realizarse, sin necesidad de ampliar áreas de deforestación, simplemente aplicando de manera adecuada el uso de la biotecnología, acompañada de la bioseguridad.

INTRODUCCION

Diferentes concepciones de Biotecnología

La biotecnología implica el uso de organismos vivos o partes de ellos (estructuras subcelulares, moléculas) para la producción de bienes y servicios. Esto se realiza mediante la incorporación de la información genética bajo diferentes técnicas de uso del ADN (ácido desoxirribonucleico) recombinante (Bet, 2010). La biotecnología moderna aplica los conocimientos de la ingeniería y de otras ciencias para usar agentes biológicos en el tratamiento de recursos orgánicos e inorgánicos, obteniendo diferentes tipos de productos (Pérez Porto y Gardey, 2017).

Es posible diferenciar entre distintas clases de biotecnología. Cuando se aplica a la producción agrícola, se habla de biotecnología verde (que permite el desarrollo de plantas transgénicas, por ejemplo). Un organismo genéticamente modificado u organismo modificado genéticamente (abreviado OGM u OMG, o cultivos GM) es un organismo cuyo material genético ha sido alterado usando técnicas de ingeniería genética.

La biotecnología roja, por su parte, se utiliza en la medicina (como cuando se generan vacunas o antibióticos a partir de microorganismos). La biotecnología azul supone la aplicación de esta disciplina en un ambiente acuático, mientras que la biotecnología blanca está vinculada a la industria en general (Montero, 2011).

Existen numerosos procesos que pueden llevarse a cabo gracias a la biotecnología. La biodegradación consiste en la utilización de microorganismos para la descomposición de una sustancia (ArgenBio, 2017). La biorremediación, por otro lado, supone la

utilización de estos organismos para recuperar un lugar cuyas condiciones naturales fueron afectadas por la contaminación o por otro factor (ArgenBio, 2017).

Además, en la bibliografía las definiciones de biotecnología son variadas incluyendo conceptos tecnológicos y científicos:

La Biotecnología es el uso de organismos vivos o de sustancias obtenidas de los organismos vivos para hacer productos de valor para el hombre (Marx, 1989).

“La biotecnología es un conjunto de poderosas herramientas que utiliza organismos vivos (o parte de estos organismos) para obtener o modificar productos, mejorar especies de plantas y animales o desarrollar microorganismos para determinados usos” (NationalScience and Technology Council, 1995).

La Biotecnología constituye la aplicación de principios científicos e ingenieriles a procesos donde agentes biológicos transforman un material en un producto que tiene una utilidad (Bull, 1982).

“La biotecnología se refiere a toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos” (Naciones Unidas, 1992).

“La biotecnología es la integración de las ciencias naturales y la ingeniería para conseguir aplicar organismos y células —o partes de los mismos— así como análogos moleculares en la producción de bienes y servicios” (Asamblea general EFB, 1989).

Algunos biotecnólogos definen la biotecnología como “una tecnología que aplica las potencialidades de los seres vivos y su posibilidad de modificación selectiva y programada a la obtención de productos, bienes y servicios”. Por tanto, la biotecnología agrupa los fundamentos de un gran número de disciplinas, desde la biología clásica

(taxonomía), hasta la bioingeniería, pasando por la ingeniería genética, la microbiología, la bioquímica, la biología celular y molecular, la inmunología, etc. (Muñoz, 1994).

La OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos) describe la biotecnología como:

“Aplicación de la ciencia y la tecnología tanto a organismos vivos como a sus partes, productos y moléculas para modificar materiales vivos o no para producir conocimiento, bienes y servicios.”

La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) da dos definiciones complementarias de biotecnología:

“El uso de procesos biológicos u organismos vivos, para la producción de materiales y servicios en beneficio de la humanidad. La biotecnología incluye el uso de técnicas que incrementan el valor económico de plantas y animales y desarrollan microorganismos para actuar en el medio ambiente”.

“La biotecnología implica la manipulación, con bases científicas, de organismos vivos, especialmente a escala genética, para producir nuevos productos como hormonas, vacunas, anticuerpos monoclonales, etc.” (FAO, 2000).

El común denominador de todas las definiciones de biotecnología es que la diferencia entre la biotecnología y otras tecnologías aplicadas a la industria es la utilización de seres vivos o parte de ellos para obtener productos en beneficio del hombre (Cast, 2003).

En la biotecnología agrícola se manipula la estructura genética de los organismos para resolver problemas de la producción y elaboración de productos agrícolas. Esto incluye el fitomejoramiento para elevar y estabilizar el rendimiento, mejorar la resistencia a las

plagas y condiciones adversas como la sequía y el frío, y aumentar el contenido nutricional de los alimentos (Condori Isidro, 2017). También se utiliza para crear cultivos de menor costo y libre de enfermedades, proporcionando nuevos instrumentos para su diagnóstico y tratamiento. Es una herramienta fundamental para la conservación de recursos genéticos, ya que se utiliza para acelerar los programas de mejoramiento y para ampliar la variabilidad (Condori Isidro, 2017). La ingeniería genética también está contribuyendo al desarrollo de nuevas estrategias de control de plagas y de mejora de la productividad vegetal desde una perspectiva más amigable y respetuosa del medio ambiente (Benítez Burraco, 2005). Además es urgente reducir las emisiones de gases de efecto invernadero hasta un 80% para el año 2050. Para esta misión, la agricultura es determinante, ya que contribuye en un 15% a la emisión de gases debido a la preparación del suelo; el uso intensivo de fertilizantes y pesticidas sintéticos; la aplicación de fertilizantes nitrogenados, tanto sintéticos como orgánicos; el proceso digestivo de los rumiantes, el consumo de energía fósil y, en general, el uso de los suelos. Lograr que las prácticas agrícolas mejoren sus productividades para cumplir con la meta de alimentar a miles de millones de personas en el mundo, sin deteriorar los suelos, es posible gracias a la biotecnología y el uso de microorganismos. Las plantas están colonizadas por comunidades microbianas diversas cuando crecen en condiciones naturales. Muchos de estos microorganismos establecen relaciones no patogénicas con las plantas, e incluso pueden favorecer su crecimiento y resistencia a limitaciones bióticas (frente a patógenos) y abióticas (sequía, salinidad, etc.). Se trata de microorganismos del suelo, hongos y bacterias, que se asocian a las raíces de las plantas (rizósfera) de manera natural y estrecha. Entre los microorganismos benéficos

para las plantas pueden distinguirse dos grupos en función del tipo de mecanismo implicado. El primer grupo son los denominados agentes de control biológico, que favorecen la salud y el crecimiento vegetal por mecanismos llamados indirectos, ejerciendo acciones de antagonismo frente a patógenos y parásitos de las plantas. El segundo grupo son los agentes o microorganismos biofertilizantes que promueven la nutrición y el crecimiento de las plantas mediante mecanismos directos, pues facilitan la disponibilidad de nutrientes tales como el nitrógeno, el fósforo o el agua, elementos imprescindibles para el crecimiento vegetal. Otros microorganismos producen algunos metabolitos como fitohormonas que contribuyen a su crecimiento y desarrollo.

Estos agentes pueden ser formulados industrialmente para su aplicación en agricultura como inoculantes, productos biotecnológicos cuyo principio activo son microorganismos vivos que benefician la nutrición y el crecimiento de las plantas. La biofertilización se aplica prácticamente a cualquier especie de interés agronómico (cereales, leguminosas, hortícolas, forestales, silvopastoriles) y proporciona ventajas con respecto a la aplicación de fertilizantes químicos, como son menores costos de producción que conllevan una mayor productividad; menor dependencia por fertilizantes químicos, sujetos a los vaivenes del precio internacional del petróleo, y menor impacto ambiental que logra mayor sostenibilidad de los sistemas agrícolas a nivel local y global. Además, la biofertilización es imprescindible en la agricultura orgánica, con el consiguiente valor agregado de las producciones en los mercados ecológicos (Sanjuán Pinilla y Moreno Sarmiento, 2010).

Mi experiencia de intercambio estudiantil me permitió observar que Argentina y Bolivia presentan grandes diferencias en cuanto a la adopción de la Biotecnología agrícola.

Estas diferencias tienen bases de diversa índole, cultural, social, económica y regulatoria, científica y tecnológica. Por lo que resulta de interés comparar estas perspectivas y definir algunas pautas para el análisis de la adopción de dicha tecnología.

Un intercambio estudiantil, en ocasiones también llamado intercambio académico, es un programa en el que un estudiante, elige residir por un tiempo determinado en otro país para aprender -entre otras cosas- lengua y cultura. Estos programas se denominan así porque originalmente la meta era intercambiar estudiantes de países diferentes. En mi oportunidad, he sido seleccionada para el Programa de Intercambio y Movilidad Académica (PIMA), que es una iniciativa de movilidad de estudiantes de grado promovido por la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) y desde el 2005 cuenta con el apoyo de la Secretaría General de Universidades, Investigación y Tecnología de la Junta de Andalucía. El PIMA está estructurado en redes temáticas conformadas por instituciones de educación superior (IES) de al menos tres países participantes en el programa, con garantía de reconocimiento, por parte de la universidad de origen, de los estudios realizados por los estudiantes en otra universidad de la red (OEI, 2019).

Objetivo

El objetivo del presente fue comparar la adopción de la Biotecnología agrícola entre Argentina y Bolivia en cultivos extensivos, en base a mi trabajo realizado durante el intercambio estudiantil que realice en la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno en Santa Cruz de la Sierra.

Historia de la Biotecnología

Como antecedentes se puede destacar que la biotecnología moderna deriva de la biología molecular fundada en los años '30 con el objetivo de aplicar los métodos de la física a la biología. El descubrimiento de la estructura del ADN en los '50 (Watson y Crick, 1953) permitió demostrar que los genes contienen la información para la producción de proteínas. De todas formas, la realización práctica de este potencial comenzó en los '70 con las primeras experiencias con ADN recombinante y la obtención de los anticuerpos monoclonales. Así, desde sus primeros comienzos, la biotecnología moderna fue una disciplina intensiva a nivel científico, caracterizada por su naturaleza multidisciplinaria y de fuerte complementariedad con otras tecnologías ya existentes. Su desarrollo está estrechamente ligado al progreso técnico. Por lo tanto, las empresas que se vinculan con la biotecnología requieren en general de una constante necesidad de innovación, lanzamiento de nuevos productos y desarrollo de tecnología (MinCyT, 2010).

Ventajas y desventajas de la Biotecnología

Una de las principales ventajas de la biotecnología es que permite obtener un mayor rendimiento de los cultivos. Esto se debe a una disminución en las probabilidades de pérdidas a causa de plagas, enfermedades y malezas, tres factores negativos en la producción (Satorre, 2005). Por ejemplo, con respecto a las malezas en el cultivo de soja RR cabe mencionar la ventaja del uso de herbicidas de control total POE (post emergencia), es decir que la aplicación se realiza luego de emerger el cultivo (Urretabizkaya, 2017), debido a que una aplicación muy temprana puede obligar a repetir el tratamiento por nuevos nacimientos (Papa, 2002).

Otra de las ventajas es una marcada disminución en el uso de plaguicidas, algo que tiene lugar de forma natural como consecuencia lógica de la modificación genética de un organismo para volverlo más resistente a una plaga en particular. Esto no sólo representa un ahorro de dinero y recursos, sino también una reducción de los riesgos asociados al uso de plaguicidas. Algunos alimentos fabricados haciendo uso de la biotecnología poseen un alto valor nutricional, gracias a la posibilidad de agregar proteínas y vitaminas, además de disminuir las proporciones de toxinas y alérgenos naturales. Algunos ejemplos de estos son maíz y arroz dorado con alto contenido de vitamina A, tomates con aumento de contenido de vitamina, alergenicidad reducida en alimentos como maní, papa con mayor contenido de almidón, trigo con mayor cantidad de ácido fólico, entre otros (Rodríguez Penagos, 2015). Asimismo, es digna de ser mencionada la versatilidad de estos cultivos, que pueden llevarse a cabo en un abanico de condiciones más amplio y, por lo tanto, son más aptos para los países menos favorecidos (Sánchez Cuevas, 2003).

A pesar de que en un primer momento el concepto de biotecnología y todas sus aplicaciones puedan tener un gran atractivo, también acarrearán ciertas desventajas. Una de las consecuencias negativas de su uso para aumentar el rendimiento de los cultivos es la reducción de mano de obra, debido a que las tareas que antes se realizaban manualmente, como el desmalezado, se reemplaza por el trabajo de un solo hombre en una máquina. Este problema lleva décadas azotando a millones de trabajadores y oponiéndolos a la mecanización de los procesos industriales. Por otra parte, dado que el acceso a las tecnologías relacionadas con este tipo de producción exige grandes sumas de dinero, además de terrenos que reúnan condiciones específicas, los

productores de bajos recursos no pueden competir con las grandes compañías, y esto suma aún más desempleo (Pérez Porto y Gardey, 2017) .

La aplicación de la biotecnología presenta riesgos que pueden clasificarse en categorías diferentes: los efectos en la salud de los humanos y de los animales y las consecuencias ambientales. Además, existen riesgos de un uso éticamente cuestionable de la biotecnología moderna (Iáñez Pareja, 2005). Entre los riesgos para el medio ambiente cabe señalar la posibilidad de polinización cruzada, por medio de la cual el polen de los cultivos GM se difunde a cultivos no GM en campos cercanos, por lo que pueden dispersarse ciertas características como resistencia a los herbicidas de plantas GM a aquellas que no son GM. Esto podría dar lugar, por ejemplo, al desarrollo de malezas más agresivas o de parientes silvestres con mayor resistencia a las enfermedades o a los estreses abióticos, trastornando el equilibrio del ecosistema. En Argentina, entre las malezas resistentes se menciona a *Amaranthus quitensis* a herbicidas cuyo mecanismo de acción es la inhibición de la enzima ALS y *Sorghum halepense*, *Lolium perenne*, *Lolium multiflorum* y *Echinochloa colona* a glifosato. Asimismo, con la introducción de cultivares transgénicos resistentes a glifosato, se observó que ciertas especies como *Commelina erecta*, *Gomphrena perennis*, *G. pulchella*, *Borreria* sp., *Sphaeralcea bonariensis*, *Synedrellopsis grisenbachii* eran tolerantes a este herbicida (De la Vega, 2014). A su vez, el nabo (*Brassicarapa*), se probó, mediante test inmunológico, que la resistencia a glifosato es de origen transgénico. Las plantas resistentes fueron observadas como plantas aisladas o grupos extensos en cultivos de soja RR y en barbechos. La resistencia a glifosato ha sido comprobada en ensayos controlados bajo condiciones de invernadero. La resistencia a

las 3 familias de herbicidas AHAS (imidazolinonas, sulfonilureas y triazolpirimidinas) fue comprobada mediante ensayos en invernadero a doble dosis comercial de imazapir, metsulfurón, clorimurón y diclosulam (Aaprecid, 2014). Otros riesgos ecológicos surgen del gran uso de GM con genes que producen toxinas insecticidas, como el gen del *Bacillus thuringiensis*. Esto puede hacer que se desarrolle una resistencia al gen en poblaciones de insectos expuestas a cultivos GM, especialmente cuando no se realizan las zonas refugio de cultivos no Bt, que retarden la aparición de la resistencia. También puede haber riesgo para especies que no son el objetivo, como aves y mariposas (Persley y Siedow, 1999). Siendo estos considerados efectos negativos en especies no blanco. El riesgo ecológico de la liberación de plantas Bt puede producir efectos tóxicos sobre organismos que no son plaga, pero son predadores y parásitos de insectos plaga y son de hecho, benéficos para la agricultura (Singh et al., 2006). Un buen modelo para analizar efectos negativos de cultivos GM sobre especies no blanco, son los estudios del efecto de maíz GM con tolerancia a insectos lepidópteros sobre la mariposa monarca. Angharad et al., 2002, reportaron una serie de estudios realizados para evaluar rigurosamente el impacto de polen de maíz GM sobre larvas de mariposa monarca para cuantificar, riesgo. Los resultados mostraron que el cultivo a gran escala de híbridos de maíz Bt no produce gran riesgo para las mariposas monarcas. Se ha observado que los efectos de pesticidas sobre supervivencia de larvas de mariposa monarca exceden el daño que podría causar el polen Bt (Stanley-Horn, 2001).

En general los procesos de avance de la frontera agrícola en áreas tropicales y subtropicales suelen generar impactos ambientales negativos, entre otros: procesos de erosión de los suelos mayor que en áreas templadas y pérdida de la biodiversidad. En

Bolivia, al presentar este tipo de clima, existe la posibilidad de presentar dichos riesgos (Llanos, 2018).

¿Qué son los organismos genéticamente modificados (OGM)?

La manipulación genética consiste en el traslado “*in vitro*” de genes o fragmentos de ADN entre organismos de distintas especies. A los organismos resultantes de la incorporación en forma estable de la “nueva” información genética se los llama organismos genéticamente modificados (OGM) u organismos transgénicos. Una planta genéticamente modificada es, entonces, una planta cuyo genoma ha incorporado genes de otra especie. Como consecuencia de esta modificación, la planta transgénica muestra una nueva característica que se manifiesta y transmite a su descendencia (Tamasi et al, 2005).

¿Cómo se desarrolla un organismo vegetal genéticamente modificado?

Los sistemas para la transferencia de genes más utilizados son el *Agrobacterium* y la Biobalística. Las bacterias pertenecientes al género *Agrobacterium*, representan un agente patógeno que tiene la capacidad natural de transferir genes a las plantas que infecta (huéspedes). Estas bacterias ingresan al vegetal a través de una herida, inyectan su material genético al interior de la célula, y una pequeña porción se integra en el genoma de la célula huésped (Tamasi et al, 2005).

En cambio, en la Biobalística, los genes se adhieren a pequeñas partículas metálicas, las cuales actúan como balas al ser “disparadas” a alta velocidad sobre un cultivo de células del vegetal. El nuevo gen, con las propiedades buscadas, puede ser incorporado a la célula junto con un gen marcador y elementos reguladores de su expresión en la planta. El gen marcador le confiere una propiedad que sirve para

identificar y seleccionar las células del cultivo que han incorporado el nuevo gen (por ejemplo resistencia a antibióticos, como la Kanamicina). Las células seleccionadas se utilizan para regenerar las plantas modificadas genéticamente (Tamasi et al, 2005). Una estrategia para el control de insectos plaga es proveer resistencia a las plantas, incorporando genes de la toxina natural de la bacteria *Bacillus Thuringiensis* (Bt). Esta toxina proteica afecta, entre otras, a ciertas larvas de lepidópteros, una familia de insectos que tienen un aparato bucal masticador y producen graves daños a los cultivos, causando su parálisis y muerte. Cuando la planta (como el maíz Bt) posee ese gen, produce la toxina y, de esta forma, se protege ante el ataque de los insectos (Sauka y Benintende, 2008).

¿Cuáles son los alimentos derivados de los OGM?

Una parte de los alimentos producidos mediante el uso de biotecnología moderna pueden ser directamente OGM, o sus derivados que se utilizan en la elaboración de alimentos. Entre los cultivos modificados más difundidos en la Argentina se encuentra la soja y sus derivados (harinas, lecitina, proteínas, aceite), y el maíz y sus derivados (almidón y aceite). Entre los productos alimenticios elaborados con derivados de OGM pueden encontrarse galletitas, salsas, bebidas de soja, chocolates, patés, barras de cereales, etc. Los procesos que se utilizan en la industria para la transformación de la materia prima a fin de obtener derivados, en especial los procesos de refinamiento, pueden llevar a la remoción total del material genético y/o las proteínas, ya sea las modificadas como las que naturalmente se encuentran en el alimento. Ello provoca que, frecuentemente, sea indistinguible si el producto elaborado se originó o no a partir de un OGM (Castaño Hernandez, 2015).

Biotecnología comparada entre Argentina y Bolivia en números

Argentina cultiva OGM desde hace más de dos décadas y es uno de los siete países en el mundo que desarrolló cultivos transgénicos 100 % locales. Casi el 100 % de la soja y el algodón y el 90 % del maíz argentino son transgénicos. Nuestro país fue el primero en Latinoamérica en tener regulaciones y el segundo en el mundo en aprobar un cultivo genéticamente modificado. Dentro de ellos, la soja fue el primer OGM aprobado para uso comercial en el año 1996 (MinAgri, 2019). Los OGM se producen en estrictas normas de bioseguridad para evitar escapes al medio, lo que hace que las personas y los países compradores se sientan seguros. Aquellos países que importan materiales comerciales desde Argentina, no desean ingresar eventos de transformación desconocidos o no aprobados comercialmente en su país. Así, la FAO declaró a la Argentina como centro de referencia para la bioseguridad de los OGM (MinAgri, 2019). En términos de superficie, Argentina continúa en el tercer lugar, luego de EE.UU. y Brasil (Figura 1), con 23,6 millones de hectáreas en 2016, lo que representa el 13 % del área global cultivada con transgénicos.

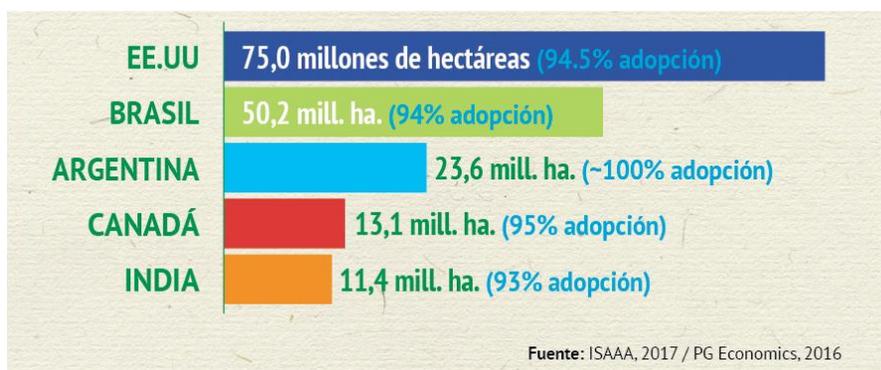


Figura 1. Tasas de adopción de cultivos transgénicos en países productores. Fuente: ISAAA, 2017.

Casi la totalidad de la superficie con variedades o híbridos OGM corresponde a los cultivos de maíz, algodón y soja (ISAAA, 2016). La superficie cultivada evolucionó rápidamente desde los años 1998/99 alcanzando un 100% de adopción en el caso de soja y algodón en 2018 (Figura 2).

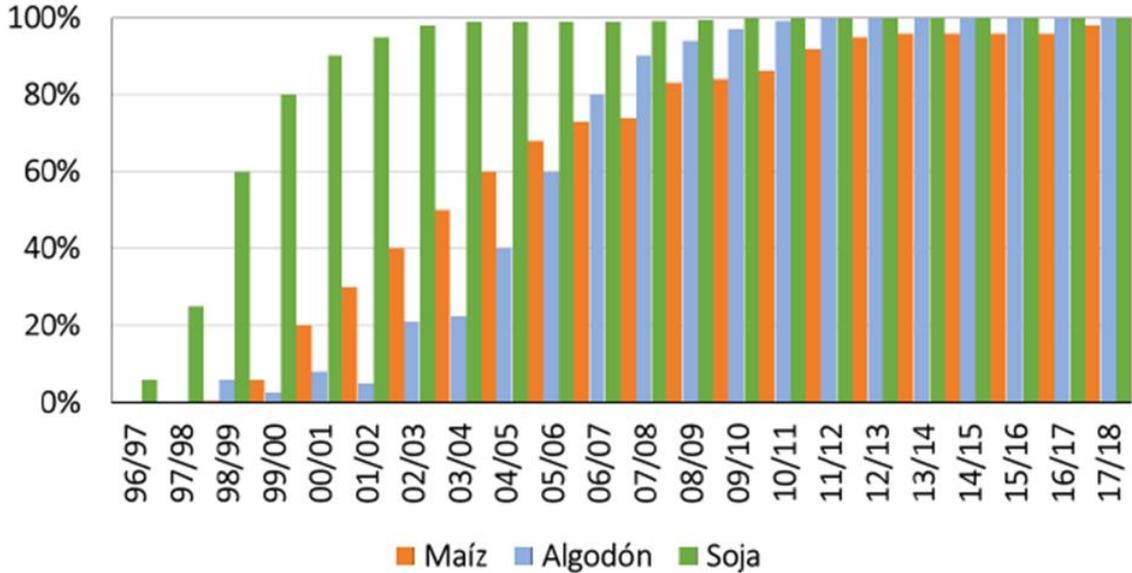


Figura 2. Evolución de la superficie sembrada en Argentina con soja, maíz y algodón transgénicos, en porcentaje de sus respectivas áreas totales. Fuente: ArgenBio, 2017.

Especialistas del INTA, instituto nacional tecnológico argentino, buscan desarrollar cultivares capaces de sostener el alto contenido de proteína, a medida que aumenta el rendimiento por hectárea en soja. Además, trabajan para lograr una mayor resistencia a enfermedades y plagas. Con más de 18 millones de hectáreas sembradas, la soja se posiciona como uno de los cultivos más importantes en la generación de divisas para el país. Sin embargo, los expertos aseguran que, desde hace una década, el aumento

sostenido del rendimiento por hectárea va en detrimento del contenido de proteína en grano que, en la mayoría de los casos, se ubica por debajo del 40 %. Esta situación dificulta el cumplimiento de ciertas exigencias del comercio internacional. Para evitarlo, el INTA promueve una agenda de investigación, en la que los especialistas buscan desarrollar cultivares que tengan buenos rindes y conserven la calidad. A su vez, esto permitirá la competitividad de la Argentina en el mercado mundial. Asimismo esto radica tanto en los beneficios económicos para el productor como para el ambiente, ya que se reducen las aplicaciones de productos fitosanitarios en soja. En el proceso de industrialización de la soja, se extrae aceite y harina con múltiples usos en la alimentación humana y animal por su alto contenido en proteínas y su perfil de aminoácidos. Se identificaron nuevas sojas que producen una alta mortalidad de ninfas de chinches al alimentarse de vainas verdes, esta resistencia natural de las plantas se está incorporando al programa de cruzamientos del INTA. Entre los cultivares desarrollados por el INTA Paraná, se encuentran las sojas convencionales y las transgénicas con modificaciones genéticas (OGM) que las vuelven tolerantes a glifosato. INTA Paraná 661 (del Grupo de Madurez o GM 3.8) e INTA Paraná 629 (GM 5.5) se ubican entre los cultivares tradiciones; ambos no son OGM con bajo contenido de inhibidores de tripsina en grano. Entre las transgénicas, están INTA Paraná 6200 (GM 6.2) con vainas de cuatro granos e INTA Paraná 5500 (GM 5.5). A su vez, un nuevo cultivar INTA Paraná 6.0 (GM 6) se encuentra en proceso de multiplicación, con muy buen rendimiento (40 quintales por hectárea) y estabilidad. Posee resistencia a roya asiática de la soja, cancro del tallo, mancha ojo de rana (MOR) y a cuatro razas del

hongo *Phytophthora sojae*, con un promedio de 40 % de proteína y 23 % de aceite en grano.

Por su parte, el INTA Marcos Juárez en Córdoba desarrolló dos cultivares: Alim 5.09 y INTA MJ42 STS. El primero es no OGM (GM 5), indeterminado, de hilo amarillo y grano grande (230 gramos las 1000 semillas), resistente a cancro y a MOR, con un rendimiento potencial de 40 quintales por hectárea y un porcentaje de proteína de entre 41 y 44, excelente para alimentación humana. El otro es transgénico con tolerancia a glifosato y a sulfonilúreas. En Buenos Aires, el INTA Bordenave desarrolló la variedad Rosana INTA del GM 3.9, transgénica con tolerancia a glifosato y sulfonilúreas, con un 43 % de proteína y 20 % de aceite en grano y resistencia a tres razas de *Phytophthora soja*. El INTA tiene acuerdos con distintas empresas de semillas que se encargan de multiplicarlas y comercializarlas. Un ejemplo es el caso de Semillas ACA, que tiene la licencia del cultivar INTA MJ 42 STS y evalúa nuevas líneas de soja del INTA en todo el país. El cultivar INTA Paraná 629 es multiplicado por la Asociación Cooperadora de INTA Paraná para su futura comercialización. Asimismo, se renovó un convenio con la empresa Sensako de Sudáfrica que actualmente evalúa cultivares del INTA, líneas transgénicas y no OGM en ese país y en países limítrofes del continente africano (Bustos, 2018).

En cambio, en Bolivia, está prohibido el uso de semillas genéticamente modificadas, excepto en el caso del cultivo de soja. Este cultivo representa una superficie de 3,5 millones de hectáreas, siendo el departamento de Santa Cruz de la Sierra el que lidera la superficie cultivada del país (Figura 3).

**Crecimiento promedio anual:
Área: 2,80% - Producción: 4,87% - Rdto: 1,88%**

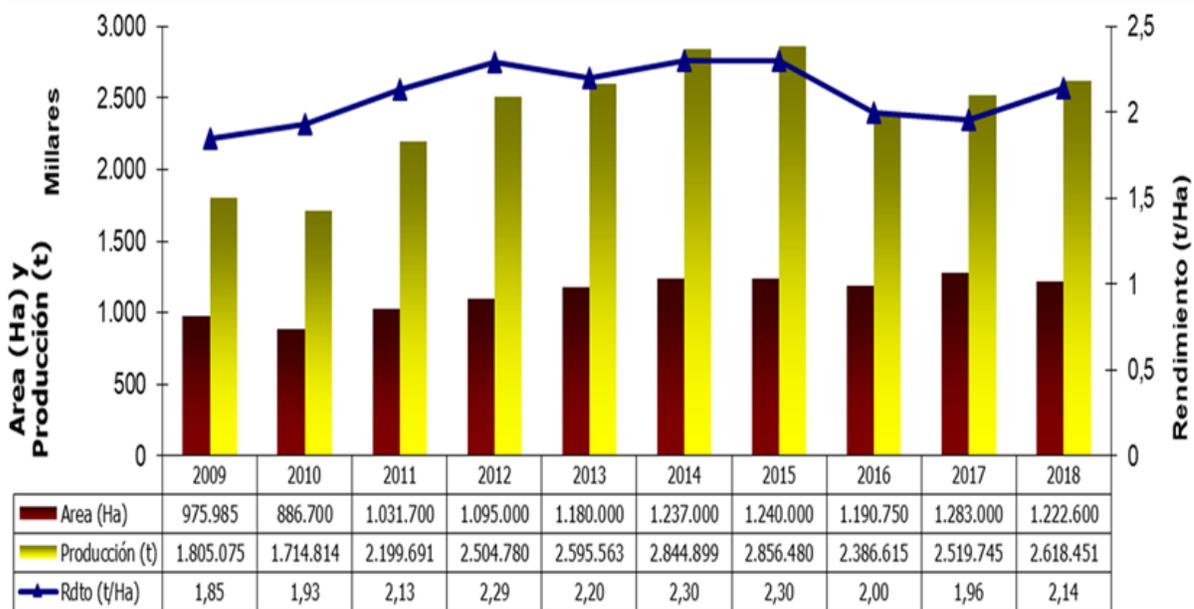


Figura 3. Evolución de la superficie de soja transgénica en Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Fuente: Llanos, 2018.

La primera semilla transgénica de soja fue introducida en Bolivia hace 20 años y los resultados han sido totalmente insuficientes en términos de mejora de los rendimientos productivos (Acevedo, 2018). Solo contribuyó a una ampliación de la frontera agrícola, a una mayor importación de productos agroquímicos y a un fuerte impacto al medio ambiente en términos de contaminación del suelo y del agua y deforestación. Pese a la prohibición de OGM, el 35 % de la producción de maíz en Bolivia es transgénico (Acevedo, 2018), debido a que rinde más por controlar malezas y plagas. A su vez, el país no cuenta con evaluadores de riesgo, que puedan encarar una solicitud para hacer uso de un cultivo OGM, y tampoco se cuenta con la parte de la Gestión de la

Bioseguridad, que permite supervisar el uso adecuado de estas tecnologías (Gonzales, 2019).

La Argentina adoptó cultivos genéticamente modificados en un proceso de intensificación agrícola y con vistas a los mercados internacionales (Vara, 2004). Los agroalimentos representan hoy alrededor del 50% de las exportaciones de Argentina, y aunque es el tercer productor mundial de soja, dado su bajo consumo, la Argentina es el mayor exportador de aceite y harina de soja (Kiguel, 2004).

En relación con la controversia internacional sobre transgénicos, el hecho de que Argentina los haya adoptado dentro de un esquema agroexportador también es relevante, debido a que uno de los ejes de la discusión sobre transgénicos tiene que ver con la denominada seguridad alimentaria *-foodsecurity-* es decir, con las medidas para asegurar el acceso a los alimentos. Se trata de un eje particularmente visitado por la industria biotecnológica internacional, que argumenta a favor de los transgénicos por su potencial para aumentar la productividad agrícola (Nelkin, 2003). Sin embargo en Bolivia no se ha adoptado dicha visión y aún es tema de discusión.

Respecto a los productos fitosanitarios necesarios para la producción de transgénicos, Argentina los produce, consume y exporta, mientras que Bolivia importa la mayoría de ellos (Llanos, 2018). La importación de agroquímicos en Bolivia, se ha multiplicado en los últimos 20 años, en un 500%. Según datos del SENASAG (2017), en el 2000 se importaron alrededor de 30 millones de kilos de agroquímicos, en tanto que dicha cifra se fue incrementando significativamente hasta el 2003 situándose en 75,38 millones de kilos de agroquímicos en el 2005. Pero con relación al 2017 dicha cifra creció más del

doble, al situarse en 152,31 millones de kilos. De ellos un 30% ingresa al país por vía del contrabando (Rodríguez Álvarez, 2018).

Bolivia tiene como objetivo triplicar la producción de alimentos hasta el año 2025 para convertirse en un granero en Sudamérica, consagrar su soberanía alimentaria y alimentar a millones en el mundo (Rodríguez Álvarez, 2018). Actualmente en Bolivia hay un pedido de la aprobación de nuevas herramientas biotecnológicas, para que se logre producir más y para competir con otros países, además de la necesidad de una libre exportación de los productos oleaginosos, mientras que Argentina participa como proveedor de dichas exportaciones, incluyendo productos OGM (Acevedo, 2018). Además, en Bolivia, según Gonzales (2018), falta incorporar un programa a nivel nacional de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). A pesar de que la Constitución Política del Estado (CPE), la cual entro en vigencia en febrero de 2009, prohíbe la producción, importación y comercialización de organismos genéticamente modificados, Bolivia cosecha soja transgénica desde 2008 e importa al menos 11 tipos de alimentos elaborados en base a productos transgénicos. Así lo informan productores, investigadores, empresarios y exportadores del sector y cuestionan el sentido de prohibir transgénicos en este contexto. Ante estas circunstancias, los pequeños, medianos y grandes productores de Santa Cruz (el mayor productor de alimentos de Bolivia) demandan que el Gobierno central autorice el uso de más productos transgénicos que resistan al cambio climático, las plagas y las malezas, como el maíz, el algodón y la caña de azúcar, argumentando que la medida mejorará los rendimientos y abaratará los costos de producción (Medina, 2018). En tanto, desde el Instituto Boliviano de Comercio Exterior (IBCE), se señalala necesidad de identificar los

alimentos que Bolivia importa indicado el origen de los mismos. Como puede observarse en la Figura 4, Argentina, Perú, China y Paraguay son los principales proveedores de productos OGM en Bolivia. Entre los principales productos transgénicos derivados, RodríguezÁlvarez (2018) menciona los aceites y margarinas, alimentos para mascotas, bebidas a base de soja, leche saborizada, cereales, chocolates y dulces que contengan lecitina, panes y galletas, carnes preparadas y sopas instantáneas.

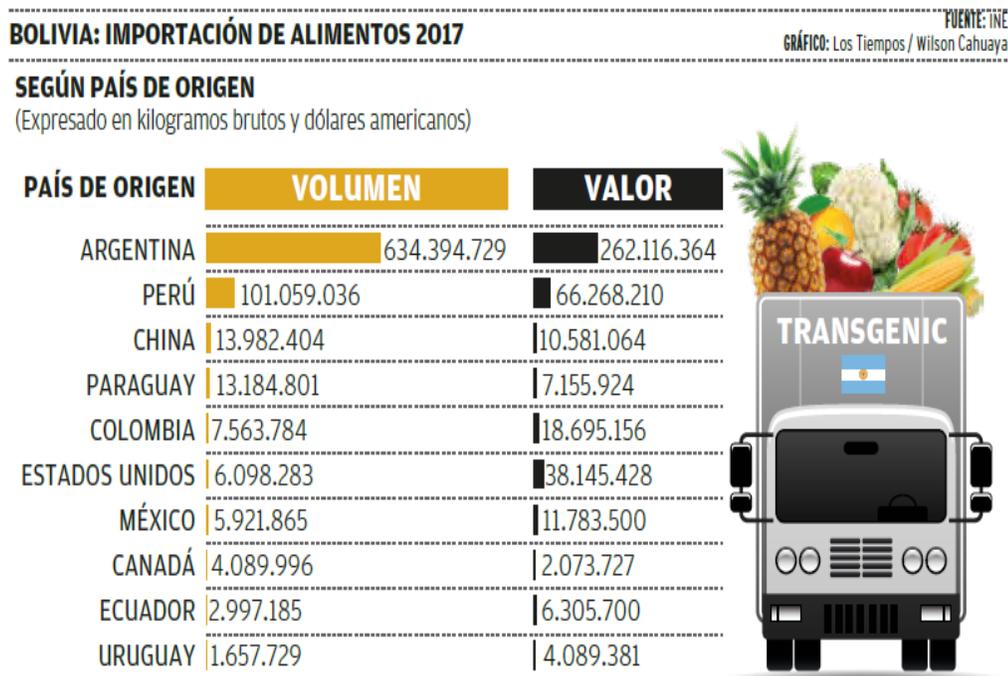


Figura 4. Importación de alimentos en 2017, expresado en kilogramos brutos y dólares americanos. Fuente: INE, 2017.

El sector productivo en Bolivia atraviesa una “difícil situación” por las pérdidas provocadas por lluvias e inundaciones, por lo que esperan avanzar en los acuerdos de la agenda productiva en el acceso al uso de nuevos eventos biotecnológicos en soja, maíz, algodón y caña de azúcar, ya que es la única forma de brindar condiciones adecuadas para que los productores puedan invertir en la ampliación de la frontera

agrícola (Pantoja, 2018). A pesar de las normativas, Bolivia importa maíz transgénico sin autorización (Pantoja, 2018) y produce algodón transgénico (Rivadeneira, 2019). Respecto a sanciones por incumplimiento de la ley no existen, con lo cual una vez que son descubiertos los campos sembrados con Maíz o Algodón OGM, controlan que posterior a la cosecha, se proceda con la venta de la misma, para que no utilicen la semilla en su próxima siembra, siendo ésta controlada nuevamente para que no se repita lo mismo de manera más estricta (Llanos, 2018).

Biotechnología comparada por cultivo

Soja

La soja fue introducida en Argentina a comienzo de los años '70, y su producción fue creciendo paulatinamente. En los años '90, se expandió significativamente por la mayor demanda europea primero (Ledesma, 2003) y luego por la mayor demanda asiática (Ablin y Paz, 2001). Desde sus comienzos en el país, resultó ser un cultivo apto para "siembra de segunda", que seguía a la cosecha de trigo, papel en el que se habían probado otros cultivos de manera infructuosa. A su vez, en esa segunda siembra resultaban apropiadas las técnicas de siembra directa, que implican una mínima labor del suelo pero que requieren una variedad de herbicidas, en particular, en el caso del cultivo de soja en la Pampa húmeda (Peiretti 2001). La soja tolerante a glifosato -o soja RR, por Roundup Ready, nombre comercial del herbicida desarrollado por Monsanto que completa el paquete tecnológico- resultó una solución muy adecuada para este conjunto de problemas (Penna y Lema, 2003).

Así, la adopción de este primer transgénico en la agricultura Argentina y su combinación con las técnicas de siembra directa determinaron "un punto de inflexión a

partir del cual este cultivo inicia un crecimiento vertiginoso” (Vara, 2004). La velocidad de adopción de la soja RR en la Argentina resultó inédita incluso en comparación con otras introducciones no OGM muy exitosas, como los híbridos de maíz y el trigo con germoplasma mexicano (Penna y Lema, 2003).

Sin dudas, las expectativas favorables de los productores contribuyeron a la rápida adopción de la soja RR, lo que refleja las tareas de promoción de las empresas involucradas y el trabajo de extensionistas del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) (Penna y Lema, 2003). Esta situación dejó en evidencia los motivos que llevaron a los primeros adoptantes a pasarse a la soja RR: la sencillez en el control de malezas y el bajo costo (Penna y Lema, 2003). Los productores tenían bajas expectativas con respecto al aumento de los rindes y, en algunos casos, hasta estaban dispuestos a afrontar cierta reducción de los mismos, en vistas de otros beneficios (Vara,2004).

Nidera fue la empresa que presentó el permiso para la aprobación de la soja RR (evento 40-3-2) ante CONABIA –el organismo creado en 1991 para supervisar la liberación de OGM al ambiente- cuya liberación comercial fue aprobada por Resolución SAGPyA/ 167, del 25 de marzo de 1996.

El cultivo de soja RR creció en principio a expensas de pasturas (desplazando la rotación tradicional agricultura-ganadería) y de otros cultivos. Si bien en algunas áreas de la Pampa se sostuvo la rotación con maíz y trigo, se sabe de la existencia de áreas de monocultivo, con rotación esporádica con maíz (Satorre, 2001). Pero la soja RR avanzó también sobre áreas previamente no explotadas y marginales (Vara, 2004),

incluso en áreas que fueron deforestadas en las provincias de Salta y Chaco, entre otras, acelerando una tendencia previa a la “pampeanización” (Vara, 2004).

En Bolivia, la producción comercial de soja data desde 1974, cuando se cultivaban 6.000 hectáreas, con un rendimiento de 1,7 t/ha y una producción de 7.728 toneladas. La siembra directa se introdujo en el año 1988. Actualmente el 80% de la soja sembrada en Santa Cruz de la Sierra se encuentra bajo este sistema. El enfoque de agricultura de precisión se inició el 2002, con las primeras sembradoras de precisión. El uso de transgénicos o soja RR fueron introducidos el año 2004 (Llanos, 2018). En el verano 2015/16, el 98% de los campos comerciales de soja fueron sembrados con estos cultivares transgénicos y en la actualidad solo se cuenta el evento resistente a glifosato (Llanos, 2018). El resto de los eventos son tema pendiente de discusión. Respecto a la investigación y mejoramiento local es insipiente.

Como características distintivas de la producción de OGM en Bolivia se puede destacar:

- Existen pocos proveedores en productos especializados.
- Existen 200 empresas importadoras de suministros, tecnología y equipos de otros países (Brasil y Argentina principalmente).
- Importadoras dependientes de empresas multinacionales.
- Importaciones de insumos ascienden a US\$400 millones anuales.
- Insumos tienen precios altos.

En el periodo 2004 a 2017 se ha producido un crecimiento importante del cultivo de soja OGM que benefició a alrededor de 13.300 pequeños y medianos y 700 grandes productores. Dicho beneficio se vio reflejado en un aumento de los rendimientos,

asociado al control de plagas y malezas (Llanos, 2018). En la Tabla 1 podemos observar el incremento en la superficie, rendimiento y producción de este cultivo en Bolivia.

Variable	2004	2017	% crecimiento
Superficie (Ha)	860.000	1.283.000	49%
Rendimiento (t/Ha)	1,8	1,96	9%
Producción (TM)	1.600.000	2.519.745	57%
VBP (\$US)	301.087.500	758.443.245	152%

Tabla 1. Evolución superficie, rendimiento y producción de Soja OGM en el periodo 2004-2017 para Bolivia (Llanos, 2018).

Como se puede observar en la Figura 5, hasta el año 2005 la totalidad de la soja sembrada era convencional. A partir de ese año, se incrementó la superficie sembrada de soja OGM, llegando al 2012 con más de 1 millón de has.

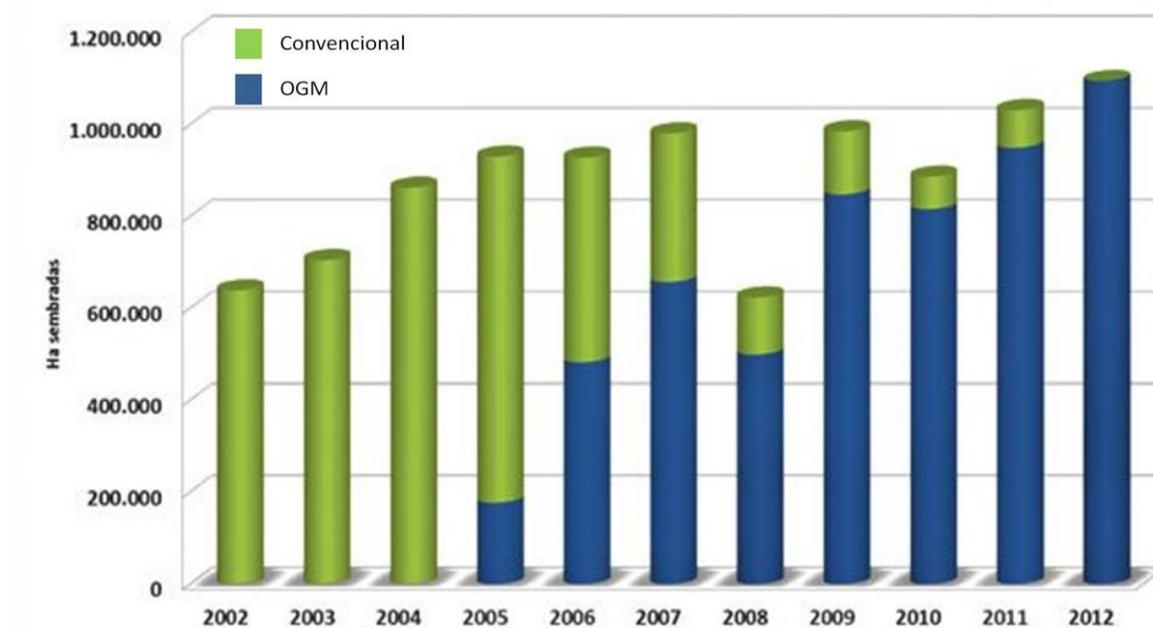


Figura 5. Evolución de la soja convencional y OGM en Bolivia expresada en ha desde 2002 a 2012. Fuente: Llanos,2018.

Maíz

Maíz tolerante a herbicidas

El maíz es uno de los tres cultivos más importantes del mundo. El maíz transgénico tolerante a glifosato se obtuvo por introducción del gen de la enzima EPSPS con modificaciones en su secuencia para que resulte resistente al herbicida. Esto se realizó por introducción de un gen extraído de la bacteria *Agrobacterium tumefaciens* que codifica para una forma de la enzima EPSPS insensible al glifosato. Como en el caso de la soja, esta característica permite flexibilizar el manejo de malezas que afectan al cultivo de maíz. También existe en el mercado maíz transgénico tolerante al herbicida glufosinato de amonio. Este maíz tiene agregado un gen proveniente de la bacteria *Streptomyces viridochromogenes* que codifica para la enzima PAT que inactiva al glufosinato de amonio (ArgenBio, 2018). En muchos casos, la tolerancia a glufosinato de amonio está combinada con la tolerancia a glifosato en la misma planta. Los beneficios que presenta el maíz tolerante a herbicidas se centran en la posibilidad que tiene el productor de elegir entre más opciones de herbicidas el que mejor se ajuste a las malezas presentes sin dañar a su cultivo (ArgenBio, 2018).

Maíz resistente a insectos (maíz Bt)

La biotecnología ofrece en la actualidad una solución efectiva contra ciertos lepidópteros, como el barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*), el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y la oruga o isoca de la espiga (*Helicoverpa zea*) que constituyen las principales plagas del maíz en nuestro país. Hay también insectos

coleópteros, como la vaquita de San Antonio (*Diabrotica speciosa*), entre otras (Urretabizkaya, 2017).

Mediante técnicas de ingeniería genética se ha logrado que las plantas de maíz produzcan proteínas insecticidas que eliminan a las larvas de ciertos insectos que se alimentan de sus hojas, tallos o raíces. A este maíz transgénico se lo denomina maíz Bt ya que los genes que codifican para las proteínas insecticidas, y que se introducen en la planta mediante ingeniería genética, provienen de *Bacillus thuringiensis*. Más recientemente también se han incorporado al maíz genes para otras proteínas insecticidas, las denominadas Vip. En lugar de producirse en las esporas de *Bacillus thuringiensis*, las proteínas Vip forman parte de las estructuras cristalinas que aparecen durante la fase vegetativa de la bacteria. Al igual que las proteínas Cry, se unen específicamente a receptores del sistema digestivo de los insectos plaga que controlan. En resumen, el maíz Bt es un maíz transgénico que produce en sus tejidos proteínas Cry y/o Vip. Así, cuando las larvas intentan alimentarse de la hoja o del tallo del maíz Bt, mueren (Bolufer, 2016). Las proteínas Cry y Vip son inocuas para mamíferos, pájaros e insectos no-blanco. Por el momento, para control de lepidópteros, hay cinco proteínas Bt disponibles comercialmente en maíz (Cry1Ab, Cry1F, Cry1A.105, Cry2Ab y Vip3A) y dos proteínas para el control de coleópteros en maíz (Cry3A y Cry3Bb) (ArgenBio, 2018). Los primeros maíces Bt expresaban solo una proteína, pero la tendencia hoy en día es apilarlas para ampliar el espectro de control y contribuir a retrasar la selección de resistencia en insectos. En general, los rasgos se “apilan” por cruzamiento, donde se cruzan plantas que contienen uno o más rasgos cada una. Así, esta combinación de rasgos de resistencia a insectos y tolerancia a herbicidas (glifosato

y/o glufosinato de amonio) le otorga a las plantas de maíz una protección contra las tres principales plagas del maíz en nuestro país y permite el uso de herbicidas de amplio espectro para el control de malezas (ArgenBio, 2018).

En el departamento de Santa Cruz se cultivan variedades e híbridos de maíz de grano amarillo duro. La región del Chaco y Valles cruceños por su condición agroecológica, permite cultivar una mayor biodiversidad de variedades de maíces nativos, las cuales tienen una buena aceptación y precio en los mercados locales (CIAT - 2016). Sin embargo, en Bolivia el 40% del Maíz que se siembra es GM, de forma ilegal, utilizando los eventos Bt y RR, no utilizando las prácticas de refugio para maíz Bt (Llanos, 2018). El refugio es una porción del lote sembrado con maíz no Bt. La superficie a sembrar con refugio, fue establecida por la Industria semillera y ASA, en un 10% del total del lote, de modo que los insectos susceptibles puedan reproducirse y mantener una población suficientemente numerosa, capaz de aparearse con los posibles insectos “resistentes” sobrevivientes a la acción de la proteína Bt, originando nuevamente poblaciones susceptibles. Todas las tecnologías que contengan la proteína Bt, incluyendo la tecnología GM, requieren de la realización de refugio para mantener la población de insectos susceptibles, disminuyendo así la probabilidad de desarrollo de poblaciones resistentes a la proteína de los materiales BT (Trumper ,2014).

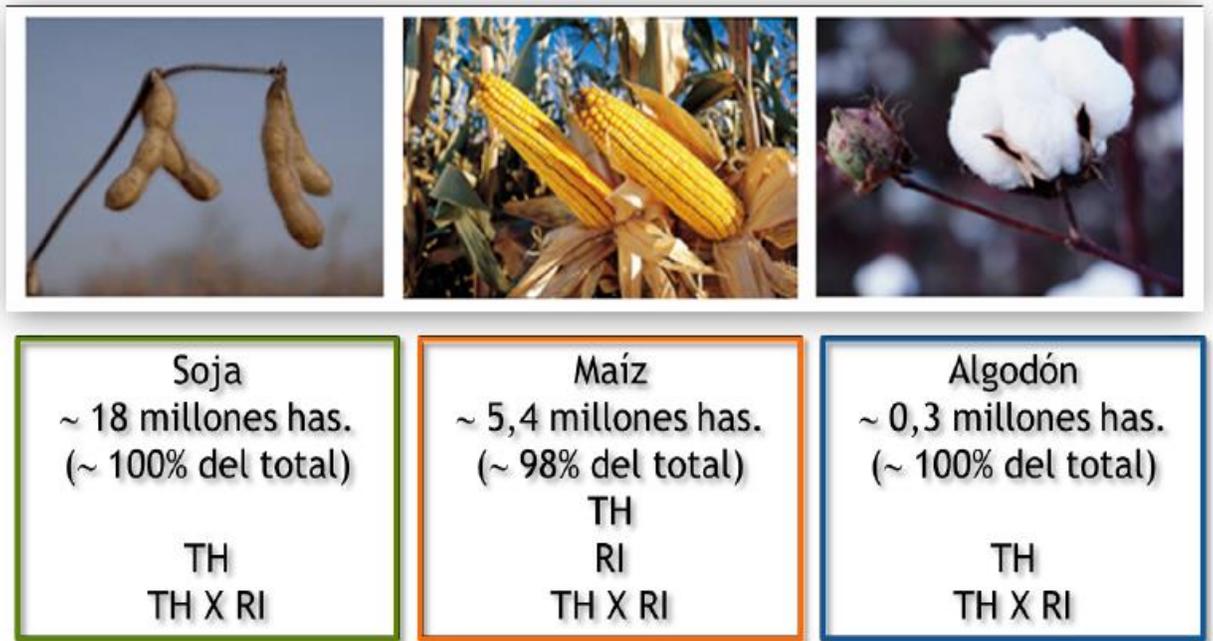
Algodón

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 la Argentina es resistente a insectos (lepidópteros) y, en particular, a la oruga del capullo (*Helicoverpa gelotopoeon* y *Heliothis virescens*), la oruga de la hoja del algodonero (*Alabama*

argillacea) y la lagarta rosada (*Pectinophora gossypiella*) (Qaim y Cap 2002). En 1998 se comercializó la primera variedad de algodón Bt en el país. Los principales beneficios del uso de algodón Bt son el aumento en los rendimientos debido al control de insectos y la disminución de costos y del impacto ambiental y para la salud debido al menor número de aplicaciones de insecticidas.

El algodón tolerante a glifosato fue mejorado de la misma manera que el maíz y la soja. A pesar de haber sido aprobado en 2001, recién en la campaña 2004/2005 fue adoptado en forma significativa. Se sembraron en esos años unas 105.000 ha aproximadamente dos tercios del algodón transgénico sembrado en esta campaña. En la campaña 2014/2015 se sembraron 396 mil hectáreas de algodón con las características de resistencia a insectos y tolerancia a glifosato acumuladas (representando el 88% del algodón total) (ArgenBio 2018).

En la actualidad el algodón OGM combina las características de resistencia a insectos y tolerancia a glifosato del mismo modo que la soja, mediante una combinación de rasgos por cruzamiento (Figura 6).



TH: tolerancia a herbicida, RI: resistencia a insectos

Figura. 6. Fuente: ArgenBio, 2018 a partir de los datos de ReTAA Bolsa de Cereales, 2018.

La adopción de algodón Bt en la Argentina ha sido particularmente baja. De acuerdo a estimaciones oficiales, en 2001, después de cuatro años de su introducción, el algodón Bt sólo representaba entre el 7% y el 8,5% de la superficie destinada a este cultivo. La clave de esta baja tasa de adopción fue el alto precio de la semilla de algodón Bt. Un estudio del INTA Sáenz Peña en la campaña 1999/2000 sobre 64 lotes en campo de productores (32 sitios de variedades transgénicas y sus refugios correspondientes) en diferentes zonas agroecológicas de las provincias de Chaco y Santiago del Estero, mostró que las ventajas económicas del algodón Bt dependen de la zona, pudiendo en algunas disminuir las ganancias en relación con las variedades convencionales (Vara,

2004). Sin embargo, actualmente El INTA obtuvo plantas transgénicas de algodón, éste logro permitirá contar con cultivos resistentes al picudo del algodnero (*Anthonomus grandis*). Por primera vez en la Argentina y mediante la aplicación de silenciamiento génico, se consiguieron plantas que disminuirán la capacidad de daño provocada por la plaga. El equipo de investigadores espera tener líneas de multiplicación para el próximo año (2020). En nuestro país la presencia del picudo del algodnero representa un desafío para la producción de algodón debido a las pérdidas productivas que provoca. Por esto, desde hace nueve años, el INTA y las provincias algodneras de Chaco, Formosa, Santa Fe y Santiago del Estero trabajan en el desarrollo de distintas estrategias para hacer frente a esta plaga. En una batalla que los científicos libran en varios frentes, obtuvieron variedades resistentes al picudo del algodnero (*Anthonomus grandis*) mediante la estrategia de ARN de interferencia (ARNi). Esta técnica consiste en lograr que en la planta se genere una secuencia muy pequeña de ARN para bloquear específicamente la funcionalidad de un gen esencial en el picudo y, de esta manera, disminuir su capacidad de daño. De esta manera, mediante el uso de silenciamiento génico se busca que estas moléculas ingresen a las células del insecto e inhiban la síntesis de una proteína asociada a una función esencial. Al verse privado de esa función, se espera que las células mueran y, por lo tanto, esto tenga un efecto letal sobre el organismo del insecto (INTA, 2019).

El alto costo de las semillas de algodón Bt en la Argentina -y la consecuente baja adopción de esta tecnología OGM- no sólo impide incrementar los rindes, sino también reducir el uso de pesticidas, como demuestran Qaim et al. (2003). Basándose en la misma encuesta del INTA, muestran que las semillas Bt permiten una reducción

promedio del 50% en el uso de pesticidas, la mayor parte de los cuales son de alta toxicidad, como organofosfatos, carbamatos y piretroides sintéticos, que pertenecen a las clases I y II, “pesticidas de alto impacto que afectan a la mayor parte de los insectos benéficos y causan significativos problemas residuales”.

En el caso de Bolivia, el 100% de este cultivo industrial es transgénico, con un total de 1500 hectáreas y aunque no está permitido, todos los pequeños agricultores lo usan porque el cultivo resulta mucho más económico según sus argumentos (Rivadeneira, 2019). Sin embargo, pese a la oferta de semilla convencional de Algodón, no hay mejoramiento local del mismo. Algunas de las empresas que brindan semilla convencional son Brasem, Semexa, Total semillas, Syngenta e Interagro. A su vez, Rojas (2019) afirma que las bondades de usar OGM en Bolivia no pasan por mayores rendimientos, sino por una reducción de los costos de producción y de la contaminación por exceso de uso de productos fitosanitarios. Los eventos que se llegaron a probar, y cuyo uso en Bolivia interesa a los productores fueron el Bt y la resistencia a glifosato. En Argentina, además de estos eventos, se agrega la resistencia al glufosinato de amonio (ArgenBio, 2018) y con resistencia al picudo del algodono (INTA, 2019),

Trigo

Ningún país del mundo ha aprobado el cultivo de trigo transgénico. En Argentina, la empresa Bioceres planteó su aprobación en el año 2013, incluido el uso de glufosinato de amonio. En octubre de 2015 lograron las aprobaciones de Comisión Nacional de Biotecnología (Conabia) y del Servicio de Sanidad y Calidad Agropecuaria (Senasa). Sin embargo, aún no cuenta con el aval del área de Mercados de la Secretaría de Agroindustria. En 2016 denunciaron la presencia ilegal de trigo transgénico en un

cargamento argentino que llegó a Corea del Sur. El 16 de noviembre de 2018 Bioceres publicó que TrigallGenetics SA presentó el nuevo trigo HB4 tolerante a sequía y al herbicida “Prominens” que incluye el glufosinato de amonio como principio (Frank, 2019).

El conflicto actual se centra en la aprobación comercial, debido al rechazo de consumidores. Para el CIMMYT, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, destacan que, si bien los organismos internacionales respecto a la salud no han encontrado daños a la salud humana, existe un gran impacto de los grupos activistas ambientales junto a las Naciones Unidas, y por lo tanto generaron temor en los consumidores y que el principal núcleo opositor se encuentra en África y a pesar de la hambruna existente, los gobiernos no permiten el ingreso de los OGM. Por parte de los países desarrollados, para el estado su prioridad es invertir en el desarrollo industrial dejando la tecnología de OGM en manos de privados, y que no están permitiendo de esta forma que estos productos ingresen en los países subdesarrollados.

Un sector del gobierno nacional argentino insiste en no aprobar el trigo transgénico, mientras otros (como el Secretario de Ciencia y Tecnología) buscan la aprobación. En los inicios de 2019 esta situación estuvo en pleno debate.

Marco regulatorio

Argentina fue el primer país de Latinoamérica que implementó un sistema organizado para evaluar la bioseguridad de los cultivos genéticamente modificados en el año 1991. Esto se realizó a través de la creación de un marco regulatorio para la realización de

actividades con Organismos Vegetales Genéticamente Modificados (OVGM). Para ello establece como requisito contar con las siguientes evaluaciones:

1º Evaluaciones de riesgo ambiental que lleva a cabo la Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria (CONABIA);

2º Evaluación de la seguridad Alimentaria, a cargo del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA);

3º Evaluación del impacto de la liberación comercial del OGM sobre los mercados internacionales del país, actividad a cargo de la Dirección Nacional de Mercados agroalimentarios (DNMA). Para obtener la aprobación para la comercialización de un cultivo GM es necesario contar con tres dictámenes técnicos favorables.

Como complemento de estas evaluaciones la SAGPyA estableció una serie de Resoluciones tendientes a regular dichas etapas:

- Reglamento de las condiciones experimentales para la liberación al medio de OGM (Resolución SAGPyA N° 226/97, SANIDAD VEGETAL).

SANIDAD VEGETAL. Protocolo, evaluación bioseguridad semilla de maíz. Aprueba el protocolo para la evaluación de la bioseguridad de la producción de semillas de maíz genéticamente modificada en la etapa de evaluación en la República de Argentina. Resolución SAGPyA N° 644/03.

BIOTECNOLOGIA AGROPECUARIA. Organismos vegetales genéticamente modificados. Aprueba el régimen para la liberación al medio de organismos vegetales genéticamente modificados. Definiciones, Primera y segunda fase de evaluación. Requisitos. Formularios. Resolución SAGPyP N° 39/03.

ALIMENTOS. Derivados de OGM. Aprueba los fundamentos y criterios para la evaluación de alimentos derivados de OGM, los requisitos y normas de procedimiento para la evaluación de la aptitud alimentaria humana y animal de los alimentos derivados de organismos genéticamente modificados y la información requerida para dicha evaluación. Resolución SENASA Nº 412/02.

Pero no solo para la comercialización de un cultivo GM se requiere la autorización: durante las etapas iniciales de experimentación también se requiere de autorizaciones, en estos casos denominados permisos, para realizar actividades de investigación y desarrollo en el campo. La CONABIA es la institución para regular la liberación de cultivos GM con fines experimentales o comerciales, tienen la responsabilidad de evaluar la bioseguridad ambiental de los cultivos con GM que serán sembrados en los campos de ensayo y producidas a gran escala. También vigilar las condiciones, control, seguridad y seguimiento que se realizarán periódicamente en los campos y ensayos de experimentación.

La CONABIA está constituida por representantes de los sectores público y privado involucrados en la Biotecnología Agropecuaria. La Comisión es un grupo interdisciplinario e interinstitucional cuya coordinación técnica funciona en el ámbito de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. La normativa argentina está basada en las características y los riesgos identificados del producto biotecnológico y no en el proceso mediante el cual dicho producto fue originado. En otras palabras, la normativa se aplica a los productos GM en función de sus características, contemplando, en cuanto a los procedimientos empleados para su obtención, sólo aquellos aspectos que pudieran significar un riesgo para el ambiente, la producción

agropecuaria o la salud pública. Estas normas definen las condiciones que deben reunirse para permitir la liberación al medio de dichos materiales y éstas son aplicadas por la CONABIA al evaluar cada solicitud presentada.

El circuito para la autorización de la comercialización de organismos genéticamente modificados consta de un procedimiento administrativo de tres etapas:

1. Evaluación de los riesgos para los agro ecosistemas, derivados del cultivo en escala comercial del material genéticamente modificado en consideración, a cargo de la CONABIA, etapa que lleva como mínimo 2 (dos) años de evaluación.
2. Evaluación del material para uso alimentario, humano y animal, la cual es competencia del SENASA. Esta etapa se cumple en por lo menos un año.
3. Dictamen sobre la conveniencia de la comercialización del material genéticamente modificado por su impacto en los mercados, a cargo de la Dirección Nacional de Mercados, de manera tal de evitar potenciales impactos negativos en las exportaciones argentinas.

Según la Resolución del SENASA N°412 del 10 de mayo de 2002. La evaluación para uso alimentario de los organismos genéticamente modificados comprende, entre otros, los siguientes puntos:

1. Tóxicos naturales.
2. Tóxicos de nueva expresión.
3. Homología del producto del transgen con alérgenos conocidos.
4. Modificaciones nutricionales
5. Modificación nutricional y caracterización nutricional asignable a métodos de elaboración

6. Modificación de la biodisponibilidad de macronutrientes y/o micronutrientes

7. Caracterización del alimento modificado desde el punto de vista de su inocuidad para el consumo humano y animal.

Luego se deben cumplir con aquellos requisitos normados por el Instituto Nacional de Semillas para la inscripción en el Registro Nacional de Cultivares y en el Régimen de Fiscalización.

El enfoque comparativo y la evaluación caso por caso que permitan asegurar que el cultivo GM están seguros para el agro donde se lo libera, e inocuo para la salud humana y animal, estos análisis se respaldan en los lineamientos y recomendaciones de organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Agencia de Agricultura y Alimentación de la Naciones Unidas (FAO) y la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OECD).

En cuanto a las aprobaciones regulatorias, en 2016 Argentina sumó seis nuevas autorizaciones comerciales, completando la lista hasta el momento de 42 aprobaciones: 11 en soja, 26 en maíz, 4 en algodón y 1 en papa (ISAAA, 2016).

En cambio, en Bolivia, el ordenamiento jurídico se basa en La Constitución Política del Estado (CPE) y es la que establece los lineamientos y preceptos generales sobre temáticas ambientales y productivas, fundamentalmente a la promoción de productos agroecológicos. El estado tiene la facultad de utilizar y disponer de sus bienes naturales, en el marco de las leyes específicas que regulan estas actividades.

Sobre el contenido de los OGM en su artículo 255 establece que se regirá por los principios de seguridad y soberanía alimentaria para toda la población y la prohibición de importación, producción y comercialización de OGM, elementos tóxicos, que dañen

la salud y el medio ambiente. Actualmente Bolivia se encamina hacia una política de rechazo total a los organismos genéticamente modificados, ingresando en una etapa de reconocimiento y promoción de la naturaleza, el medio ambiente, la promoción de la agricultura ecológica y bien estar socioeconómico sostenible, bajo los términos de la soberanía y protección del entorno natural y social negando las actividades con OGM como parte de la lucha contra la crisis alimentaria (Condori Isidro,2017).

En el año 2012 el Presidente de Bolivia Evo Morales promulgó la Ley No 300, denominada “Ley Marco de La Madre Tierra y Desarrollo Integral Para Vivir Bien”. En lo referente al tema de este trabajo se resume el Artículo 24, que brinda las bases y orientaciones del Vivir Bien, a través del desarrollo integral en agricultura y ganadería:

“Desarrollar acciones de protección del patrimonio genético de la agrobiodiversidad, prohibiendo la introducción, producción, uso, liberación al medio y comercialización de semillas genéticamente modificadas en el territorio del Estado Plurinacional de Bolivia, de las que Bolivia es centro de origen o diversidad y de aquellas que atenten contra el patrimonio genético, la biodiversidad, la salud de los sistemas de vida y la salud humana “.

Controversia sobre estas regulaciones

Debido a que el uso de OGM está en plena discusión y aplicación en Bolivia, surgen muchas controversias al respecto.

Para Rivadeneira, (2019) hay un sobredimensionamiento de la expectativa que tienen los productores bolivianos sobre la biotecnología ya que piensan que de por sí se van a resolver todos los problemas. Sostiene además que la Biotecnología es un elemento

importante, pero dentro de un componente de manejo, ya que existen varios problemas más que deben resolverse. Otro de los factores que preocupa es el manejo de suelos, en el sentido de que no hay rotación de cultivos, como consecuencia del uso de Soja GM.

Mientras que Condori Isidro (2017) sostiene que si Bolivia no adopta la biotecnología quedará rezagado en el rubro de la agricultura y la imposibilidad de incrementar los niveles de producción, no tendrá la posibilidad de satisfacer la demanda alimentaria y la desventaja, seguirá dependiendo de los países extranjeros y estancados en términos de exportación, y competitividad y sobre todo cuando su legislación trata de garantizar la seguridad y la soberanía alimentaria. Además requiere urgente de instrumentos regulatorios relacionados con el uso y el consumo de alimentos derivados de OGM. Por lo cual requiere normas específicas, que sean desarrolladas a partir procesos participativos, tanto de los productores, pequeños y grandes empresarios y la sociedad en general sobre los beneficios y riesgos con relación a las nuevas formas de producir y la aplicación del uso de la biotecnología. La investigación en la agricultura moderna y una legislación que regule y controle su uso permitirán el desarrollo sostenible de la actividad agrícola en el país (Condori Isidro, 2017).

La intensa relación entre la academia y la industria, la posibilidad de patentar organismos vivos y sus partes, el creciente poder de las compañías multinacionales agroquímicas y semilleras son algunas de las nuevas realidades que están detrás de un hecho cierto: que las tecnologías OGM son básicamente un producto de la industria privada de la era de la globalización, uno de los aspectos que motivaron la oposición a estas tecnologías (Vara, 2003).

Discusión

Los aspectos positivos de la biotecnología, como aumentos en los rendimientos, menor tiempo de producción y por lo tanto una mayor eficiencia productiva, generarían una mayor relación costo beneficio en Bolivia. También implicaría una menor dependencia del uso de productos fitosanitarios y una reducción en las importaciones, contribuyendo a la posibilidad de alcanzar estándares de comercialización y así poder insertarse en el mercado internacional.

Al incorporar dicha tecnología, se crea la necesidad de proveer capacitaciones e investigación, generando un crecimiento en conjunto y beneficioso en dichas áreas, aportando al desarrollo económico y productivo del país, pudiendo alcanzar la potencialidad que Bolivia necesita para la producción agropecuaria.

La generación de resistencia de poblaciones de insectos y malezas es uno de los aspectos negativos que es necesario considerar, ya que antes no existía. Esto se debe a la falta de aplicación de las buenas prácticas agrícolas (BPA), una de ellas el uso de refugios, mencionada anteriormente.

Otro de los aspectos negativos es el potencial efecto perjudicial de los OGM en la salud. Sin embargo, hasta el momento no se ha demostrado con experimentos e investigaciones decisivas, ni durante suficiente tiempo, que dichos efectos puedan existir. En Bolivia, la oposición del sector social está vigente, como algo cultural, en carácter de defensa de la “soberanía alimentaria” por desconocimiento de los mecanismos a través de los cuales los OGM afectarían la salud. A su vez, el menor acceso de los pequeños productores a dicha tecnología, debido al mayor costo que implica su incorporación, generaría una desventaja adicional.

Propuestas

Sin considerar el bagaje cultural, sus fuerzas y posiciones extremas, resumiría algunas cuestiones claves de la producción de OGM en Bolivia:

- Actualmente está prohibido el uso de OGM, sin embargo, se cultivan y comercializan en forma ilegal (contrabando);
- No satisface su demanda alimentaria, importando alimentos mayormente OGMs de Argentina y Brasil principalmente;
- Presenta fortalezas respecto a superficie, recursos genéticos, biodiversidad y recursos humanos, y así un gran potencial para producir, siendo considerable la brecha para alcanzar dicha potencialidad;
- Tiene como desafío triplicar la producción de alimentos hasta el año 2025 para convertirse en un granero en Sudamérica.

En función de lo mencionado y en base a mi experiencia de intercambio estudiantil, podrían realizarse varias recomendaciones para el país vecino:

- Fomentar las capacitaciones para informar a la población, y contrarrestar el efecto negativo de su oposición, comunicando que algunos de los alimentos importados y consumidos, son también derivados de OGM;
- Impulsar el apoyo del estado para acceder a dicha tecnología, favoreciendo la incorporación por parte de los pequeños productores;
- Realizar políticas, campañas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA);
- Resolver la falta de dinero mediante un aumento de la producción y una disminución de las importaciones, redirigiendo el capital para invertir en el sector, de la

mano del crecimiento y promoción de la investigación y capacitación, teniendo en cuenta el caso de Argentina, para evitar los problemas generados cuando no se contemplan la BPA.

Estas son actividades involucradas en la producción, procesamiento y transporte de los productos de origen agropecuario, orientadas a asegurar la inocuidad de los alimentos, la salud del consumidor y la protección del medio ambiente y las condiciones laborales del personal que trabaja en una unidad productiva. Estas prácticas además de constituir un aporte al bien público, promueven la competitividad para la agricultura, con oportunidades de ampliar las exportaciones de algunos productos. Un programa de BPA es un plan integral que se inicia con la selección apropiada del sitio de producción, y programas eficientes de labores culturales (incluyendo manejo de fertilizantes y control de plagas), cosecha, pos cosecha, culminando con sistemas efectivos de autoevaluación y de trazabilidad de la producción (Bernal, 2010).

Conclusiones

La Argentina presenta enormes ventajas para el desarrollo de la biotecnología, disciplina fuertemente dependiente de la ciencia y del progreso técnico, dada la calidad y cantidad de recursos humanos y tecnológicos competitivos de que dispone, a lo cual se suma la tradición y nivel de desarrollo de la investigación en química y biología.

En Bolivia existe la necesidad de solicitar al gobierno la autorización y legalización de la biotecnología, con el objetivo de incrementar la producción. Con los adelantos tecnológicos en transporte y comunicación, cualquier productor boliviano puede conseguir de manera ilegal las semillas transgénicas, cuyo manejo sin la orientación adecuada podría generar consecuencias negativas. Además, no todos los ambientes

son aptos para recibir semillas transgénicas, por los diferentes microclimas y pisos altitudinales que posee su territorio.

El productor boliviano se ve inducido a buscar soluciones propias, que lejos de alcanzar su objetivo, lo llevan a cometer errores involuntarios, con el consecuente perjuicio de su economía. En contra de su competitividad también se encuentra su intención de contrarrestar las pérdidas que le ocasionan los efectos climáticos, la diferencia de tipo cambiario de los países vecinos y la negativa del gobierno nacional de liberar las exportaciones.

Por lo mencionado la producción de alimentos en Bolivia podría incrementarse, sin necesidad de ampliar áreas de deforestación, simplemente aplicando de manera adecuada el uso de la biotecnología, acompañada de la bioseguridad.

Referencias

Aaprecid, 2014. Alerta roja: Brassica rapa (nabo). Disponible en <https://www.aapresid.org.ar/rem/alerta-roja-brassica-rapa-nabo/>.

Ablin, E. y Paz, S. 2001. Hacia la trazabilidad en el mercado mundial de soja: una nueva mirada a la ley de la oferta y la demanda. Cancillería Argentina, Buenos Aires. Dirección Nacional de Negociaciones Económicas y Cooperación Internacional, agosto 2001.

Acevedo, 2018. Bolivia: Los transgénicos ampliaron la frontera agrícola y el importe de más agroquímicos. Biodiversidad. Disponible en <http://www.biodiversidadla.org/Noticias/Bolivia-Los-transgenicos-ampliaron-la-frontera-agricola-y-el-importe-de-mas-agroquimicos> .

Agro-bio. 2016. Definición y aplicaciones de la biotecnología. Agrobio. Disponible en: <http://www.agrobio.org/biotecnologia-definicion-y-aplicaciones/>

Angharad MR, Gatehouse J, Ferry N, Romaan JM, Raemaekers A. 2002. The Case of the Monarch Butterfly: A Verdict is Returned. TrendsGenet. 2002; 18:249-251.

ArgenBio, 2017. Consejo Argentino para la información y el desarrollo de la Biotecnología. La biorremediación. ArgenBio Disponible en <http://www.argenbio.org/index.php?action=novedades¬e=202>

ArgenBio, 2018. Consejo Argentino para la información y el desarrollo de la Biotecnología. Adopción de cultivos transgénicos en Argentina y en el mundo (2017/2018) - Más de 20 años de cultivos transgénicos (1996- 2018). ArgenBio. Disponible en http://www.porquebiotecnologia.com.ar/Cuadernos/El_Cuaderno_43.pdf

Benítez Burraco, A. 2005. Avances Recientes en biotecnología Vegetal e Ingeniería Genética de Plantas. Ed. Reverté. Barcelona, España. p .95.

Bernal, G., 2010. Las buenas prácticas agrícolas (BPA) desde la perspectiva de la microbiología de suelos. XII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Santo Domingo.

Bet, 2010. Boletín estadístico tecnológico. Biotecnología. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva - República Argentina. Disponible en https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ind_bio_bet-biotecnologia.pdf

Bolufer, 2016. El Maíz transgénico. Interempresas. Disponible en <http://www.interempresas.net/Grandes-cultivos/Articulos/165815-El-maiz-Bt-transgenico.html>

Bull, A. T. 1982. Biotechnology international trends and perspectives.OECD.Organisation for economic co-operation and development.Disponible en <http://www.oecd.org/sti/emerging-tech/2097562.pdf>

Cast, 2003. Aplicaciones de la Biotecnología en la Industria. Ministerio de Medio Ambiente de España. UNEP, España. Disponible en www.cprac.org/docs/BiotecnologiaCAST.pdf

Castaño Hernandez, 2015. Revisión de temas: Alimentos derivados de cultivos genéticamente modificados. ¿Nuevos, seguros para la salud humana, consumidos? Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article>

CIMMYT, 2014. Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo. Perceptions on the future of Biotechnology. Mexico. Disponible en <https://repository.cimmyt.org/handle/10883/4380>

Condori Isidro, M. E. 2017. Marco regulatorio del uso de la biotecnología para una producción agrícola sostenible en Bolivia. Tesis de grado. Universidad mayor de San Andrés. Facultad de derecho y Ciencias políticas. La Paz – Bolivia.

De la Vega, M. 2014. Resistencia de malezas a herbicidas. AAPRESID REM. Disponible en: www.aapresid.org

EFB. 1989. European Federation of Biotechnology. Asamblea general, Task Group on Public Perception of Biotechnology, What is what in Biotechnology. Disponible en https://blossoms.mit.edu/sites/default/files/video/download/Environmental_biotechnology_English.pdf

FAO, 2000. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Declaración de la FAO sobre biotecnología. Disponible en www.fao.org/biotech/fao-statement-on-biotechnology/es/ .

Frank, F. 2019. No al Trigo transgénico en Argentina. Disponible en <http://accionesbiodiversidad.org/archivos/244>

Gonzales, M. C. 2019. Biotecnología en Bolivia. Revista Contacto Económico. Edición 231. Siglo de oro Editores SRL. P 14-15. Bolivia.

Guaglianone, R. A. 2019. No al trigo transgénico en Argentina, “no se metan con nuestro pan”. Disponible en <http://www.eladanbuenosayres.com.ar/no-al-trigo-transgenico-en-argentina-no-se-metan-con-nuestro-pan-es-la-consigna/>

Iáñez Pareja, E. 2005. Biotecnología global, bioseguridad y biodiversidad. Instituto de Biotecnología. Universidad de Granada, España. Disponible en <http://www.ugr.es/~eianez/Biotecnologia/biodiversidad.htm>

ISAAA, 2016. Servicio Internacional para la Adquisición de Aplicaciones Agrobiotecnológicas. Estadística. Disponible en www.isaaa.org .

ISAAA, 2016. Servicio Internacional de Adquisición de Aplicaciones de Agrobiotecnología. Adopción de cultivos transgénicos en Argentina y en el mundo (2017/2018) - Más de 20 años de cultivos transgénicos (1996- 2018) .ArgenBio .Consejo argentino para la información y el desarrollo de la Biotecnología. Disponible en www.argenbio.org .

ISAAA, 2017. Servicio Internacional de Adquisición de Aplicaciones de Agrobiotecnología .Adopción de cultivos transgénicos en Argentina y en el mundo (2017/2018) - Más de 20 años de cultivos transgénicos (1996- 2018). ArgenBio. Consejo argentino para la información y el desarrollo de la Biotecnología. Disponible en www.argenbio.org .

INE, 2017. Instituto nacional de Estadística. Importación de alimentos 2017, según el país de origen. Disponible en <https://www.lostiempos.com/actualidad/economia/20180320/bolivia-importa-al-menos-11-tipos-alimentos-derivados-transgenicos>

INTA, 2019. Instituto Nacional Tecnológico Argentino. El INTA obtuvo plantas transgénicas de algodón. Disponible en <https://intainforma.inta.gob.ar/el-inta-obtuvo-plantas-transgenicas-de-algodon/>

Kiguel, M. A. 2004. El comercio de soja con el gigante asiático, La Nación, 25 de julio, sección Economía, p. 5. Disponible en <https://www.lanacion.com.ar/economia/el-comercio-de-soja-con-el-gigante-asiatico-nid621619> .

Ledesma, M. A. 2003. Proteccionismo: ¿ricos versus pobres? La Nación, 4 de octubre, suplemento Campo, p. 4. Disponible en <https://www.lanacion.com.ar/economia/campo/proteccionismo-ricos-versus-pobres-nid532634>

Llanos, J. L. 2018. Cadena productiva de soya. Curso de Cadenas Agroalimentarias. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz de la Sierra. Bolivia. Segundo semestre del 2018.

Marx.J. L., 1989. A Revolution in Biotechnology. Cambridge University Press. Inglaterra. Disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jat.2550100417>

Medina Candia, R. 2018. Bolivia importa al menos 11 tipos de alimentos derivados de transgénicos. Disponible en <https://www.lostiempos.com/actualidad/economia/20180320/bolivia-importa-al-menos-11-tipos-alimentos-derivados-transgenicos>

MinAgri, 2019. Ministerio de Agroindustria de la Nación. ¿Qué papel cumple Argentina en el desarrollo de cultivos genéticamente modificados? .Documento impreso. Obtenido en ExpoAgro, San Nicolas 2019.

MinCyT, 2010. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. República Argentina. Boletín Estadístico Tecnológico. N°4. Diciembre-Marzo 2010.

Montero, J. M. S. 2011. Biotecnología: presente y futuro. Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia. Madrid, España, 77(4):2

Muñoz, E. 1994. Una visión de la Biotecnología: Principios políticos y problemas. Fondo Investigación Sanitaria. p 9-10. Madrid, España. Disponible en http://informecotec.es/media/N10_Biotecnologia.pdf

Naciones Unidas, 1992. Convenio sobre la Diversidad Biológica. Brasil. Disponible en <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>

National Science and Technology Council, 1995. Definition of Biotechnology. Washington Life Science. Disponible en http://www.washingtonlifescience.com/industry/definition_biotech.htm.

Nelkin, D. 2003. Risk, culture and health in equality: Shifting perceptions of danger and blame. Ed. HerrHarthom and Oaks. USA. 362p.

OECD ,2005. Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos. A Framework for Biotechnology Statistics. Paris. Disponible en <http://www.oecd.org/dataoecd/5/48/34935605.pdf>

OEI, 2019. Organización de Estados Iberoamericanos. Presentación PIMA. Programa de Intercambio y Movilidad Académica. Disponible en www.oei.es

Palau, H., Senesi, S., Mogni, L., Ordoñez I., 2015. Impacto económico, macro y micro, de malezas resistentes en el agro argentino. FAUBA-ADAMA. Disponible en https://www.adama.com/documents/345258/345805/Libro-Digital-ADAMA-FAUBA-150422_tcm41-61105.pdf

Pantoja, 2018. Bolivia importa al menos 11 tipos de alimentos derivados de transgénicos. Entrevista al Presidente de la Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo (Anapo). Disponible en <https://www.lostiempos.com/actualidad/economia/20180320/bolivia-importa-al-menos-11-tipos-alimentos-derivados-transgenicos>.

Papa, J. C., 2002. Malezas tolerantes y resistentes a herbicidas. Actas del Seminario Sustentabilidad de la Producción Agrícola. INTA, JICA, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires.

Peiretti, R. A. 2001 Direct seed cropping in Argentina: economic, agronomic, and sustainability benefits. Globalization and the Rural Environment. Capitulo 9. Ed. Rockefeller Center for Latin American Studies, Harvard University Press. Pp 1-32

Penna J.A. y Lema D. 2003 Adoption of Herbicide Tolerant Soybeans in Argentina: An Economic Analysis. The Economic and Environmental Impacts of Agbiotech. Ed. Kalaitzandonakes N. Springer, Boston, New York. USA.

Pérez Porto. J. y Gardey. A. 2017. Definición de biotecnología. Disponible en: <https://definicion.de/biotecnologia/>

Persley, G. J. y Siedow, James N., 1999. Aplicaciones de la Biotecnología a los Cultivos: Beneficios y Riesgos Programa de Conservación de Recursos Genéticos. Universidad de California en Davis, Estados Unidos. Disponible en <http://www.agbioworld.org/biotech-info/articles/spanish/ensayo.html>

Qaim, M y Cap, E J. 2003. Algodón Bt en Argentina: un análisis de su adopción y la disposición a pagar de los productores. INTA. Disponible en: <https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-algodon.pdf>

Tamasi, O. Sammartino, R. Roisinblit, D. Acosta Verrier, N., Velich, T., 2004. Alimentos obtenidos a partir de organismos genéticamente modificados (OGM). Instituto Nacional de Alimentos – ANMAT – Ministerio de Salud y Ambiente. 21(4 y 5): 1-2. Disponible en www.anmat.gov.ar/alimentos/OGM.pdf

Trumper, E. V. 2014. Resistencia de insectos a cultivos transgénicos con propiedades insecticidas. Teoría, estado del arte y desafíos para la República Argentina. *Agriscientia*, 31(2), 109-126.

Rivadeneira, G. 2019. Biotecnología en Bolivia. *Revista Contacto Económico*. Edición 231. Sigo de oro Editores SRL. Bolivia p 10-11.

Rodriguez Alvarez, G. A. 2018. IBCE. Instituto Boliviano de Comercio Exterior. Santa Cruz - Bolivia. Nuevo Record de cultivos genéticamente mejorados en el mundo. Disponible en www.ibce.org.bo

Rodriguez Penagos, G., 2015. La transformación genética como alternativa en la biofortificación de alimentos para disminuir la desnutrición en los países pobres. Colombia. Disponible en <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/3468>

Rojas, 2019. Trend in biotechnology / Agrodigital.FEDEPA. Federación Departamental de Productores de Algodón de Santa Cruz. Agronegocios. Disponible en www.agronegocios.com.bo.

Sánchez Cuevas, M. C. 2003. Biotecnología: Ventajas y desventajas para la agricultura. *Revista UDO, Agrícola* 3 (1): 1-11

Satorre, E. H. 2005 Cambios tecnológicos en la agricultura argentina actual. *Ciencia Hoy*, 15 (87), 24-31.

Satorre, E .H. 2001. Production systems in the Argentine Pampas and their ecological impact. en Solbrig, O. T. Hacia una Argentina más productiva y sostenible en la pampa Argentina. Buenos Aires. pp 79-102.

Sauka, D. H. y Benintende, G. B., 2008. *Bacillus thuringiensis*: generalidades. Un acercamiento a su empleo en el biocontrol de insectos lepidópteros que son plagas agrícolas. Revista Argentina de Microbiología, 40 (2): 10-11.

Schnepf, E. Crickmore, N. Van Rie, J. Lereclus, D. Baum. Feitelson, J. Zeigler, D. R., Dean, D.H. 1998. *Bacillus thuringiensis* and its pesticidal crystal proteins. Microbiology and Molecular Biology Reviews, 62 (3) 775-806

SENASAG, 2017. Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria. Disponible en <http://www.senasag.gob.bo/información-estadística-sv.html>

Singh OV, Ghai S, Paul d, Jain RD. 2006. Genetically Modified Crops: Success, Safety Assessment, and Public Concern. Appl Microbiol Biotechnol.; 71:598-607.

Stanley-horn D, Dively GP, Hellmichrl, Mattila HR, Sears MK, Rose R, 2001. Assessing the Impact of Cry1Ab-expressing Corn Pollen on Monarch Butterfly Larvae in Field Studies. Proc Natl Acad Sci USA. 98: 11931-11936.

Urretabizkaya, N. 2017. Estrategias de control en cultivos extensivos. Quinto módulo terapéutica vegetal. Diplomatura Sanidad de cultivos extensivos. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Buenos Aires, Argentina.

Vara, A .M. 2004. Transgénicos en Argentina: más allá del boom de la soja. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS, 1(3), 101-129.

Watson, J. D. y Crick, F. H. 1953. Molecular Structure of Nucleic Acids: A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid. Nature, 171: pages 737–738

