



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente práctico del Examen de Grado de carácter  
Complejivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como  
requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA:**

“Biotecnología: Plantas transgénicas como táctica en el  
desarrollo de la agricultura sustentable”

**AUTOR:**

Estuardo Alexander Esteves Eleno.

**TUTOR:**

Ing. Agr. Simón Farah Asang, MSc.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente práctico del Examen de Grado de carácter  
Complejivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como  
requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA:**

“Biotecnología: Plantas transgénicas como táctica en el  
desarrollo de la agricultura sustentable”

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, MSc.

**PRESIDENTE**

---

Ing. Agr. Tito Bohórquez Barros, MAE.

**PRIMER VOCAL**

---

Ing. Agr. Emma Lombeida García, MSc.

**SEGUNDO VOCAL**

La responsabilidad por la investigación, análisis, resultados, conclusiones y recomendaciones presentadas y sustentadas en este Componente práctico del Examen de Grado de carácter Complexivo son de exclusividad del autor.

---

**Estuardo Alexander Esteves Eleno**

## **DEDICATORIA**

A mi padre, Christian Esteves Flores por todo el apoyo incondicional que me ha brindado y su motivación para que siga adelante.

A mis tías, Pilar, Norma y Carmen Flores Vallejo por ayudarme en cada momento, especialmente cuando más lo he necesitado.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por permitirme alcanzar la meta anhelada como es la de Ingeniero Agropecuario y llevarme por el camino y sendero del bien.

A los catedráticos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, por sus enseñanzas impartidas.

A mis compañeros, por haber compartido buenos y malos momentos, gracias por brindarme su amistad sincera.

## RESUMEN

El presente documentó trató sobre la importancia de la Biotecnología, específicamente de las plantas transgénicas como táctica en el desarrollo de la agricultura sustentable. Con la producción de plantas transgénicas se estima que aumenten los rendimientos por unidad de superficie de los cultivos, paralelamente a ello se utilizarán menos pesticidas (herbicidas, insecticidas, fungicidas) lo que permitirán desarrollar una agricultura sustentable sin el uso indiscriminado de estos productos. Los objetivos planteados fueron establecer la situación de los transgénicos en el Ecuador e indicar las ventajas y desventajas de los transgénicos. Las conclusiones planteadas determinan que debido a la gran importancia económica de los cultivos y la variedad de cultivares existentes a nivel mundial se han desarrollado varias estrategias biotecnológicas con la finalidad del mejoramiento genético para el aumento de la producción, conferir resistencia y mejorar la calidad de los mismos, lo que serán disponibles en mayor cantidad para su comercialización y consumo humano; con las plantas transgénicas se mejora la calidad postcosecha debido a la resistencia de las plantas al ataque de patógenos sin realizar prácticas culturales que deterioren el ambiente, siendo eficientemente sustentables; el Ecuador es considerado un país libre de cultivos y semillas transgénicas; hasta el momento no se ha diagnosticado que el cultivo de plantas transgénicas sean nocivos para los seres humanos y para el ambiente y existe controversia en varios países, donde las organizaciones ambientales señalan que los cultivares transgénicos aumentan el empleo de tóxicos en la agricultura, contaminación del suelo, resistencia a plagas y enfermedades lo cual no está comprobado.

**Palabras claves:** agricultura sustentable, biotecnología, transgénicos.

## SUMMARY

This document dealt with the importance of Biotechnology, specifically transgenic plants as a tactic in the development of sustainable agriculture. With the production of transgenic plants, it is estimated that the yields per unit area of the crops will increase, in parallel with this, fewer pesticides (herbicides, insecticides, fungicides) will be used, which will allow the development of sustainable agriculture without the indiscriminate use of these products. The proposed objectives were to establish the situation of transgenics in Ecuador and indicate the advantages and disadvantages of transgenics. The conclusions raised determine that due to the great economic importance of crops and the variety of existing cultivars worldwide, several biotechnological strategies have been developed with the purpose of genetic improvement to increase production, confer resistance and improve the quality of the themselves, which will be available in greater quantity for commercialization and human consumption; with transgenic plants the postharvest quality is improved due to the resistance of the plants to the attack of pathogens without carrying out cultural practices that deteriorate the environment, being efficiently sustainable; Ecuador is considered a country free of transgenic crops and seeds; So far it has not been diagnosed that the cultivation of transgenic plants are harmful to humans and the environment and there is controversy in several countries, where environmental organizations point out that transgenic cultivars increase the use of toxins in agriculture, pollution of the soil, resistance to pests and diseases which is not proven.

**Keywords:** sustainable agriculture, biotechnology, transgenics.

## CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO METODOLÓGICO.....	3
2.1. Definición del tema caso de estudio.....	3
2.2. Planteamiento del problema.....	3
2.3. Justificación.....	4
2.4. Objetivo.....	5
2.4.1. General.....	5
2.4.2. Específicos.....	5
2.5. Fundamentación teórica.....	5
2.6. Hipótesis.....	18
2.7. Metodología de la investigación.....	18
III. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
Desarrollo del caso.....	19
Situaciones detectadas (hallazgo).....	19
Soluciones planteadas.....	19
IV. CONCLUSIONES.....	21
V. RECOMENDACIONES.....	22
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	23



## I. INTRODUCCIÓN

La biotecnología tiene como objetivo el desarrollo de productos comerciales que contribuyan de forma benéfica para la humanidad. Esta disciplina fue definida como la aplicación de los conceptos teóricos de la ingeniería genética, la microbiología, la bioquímica y la ingeniería química, para procesar materiales con el uso de agentes biológicos y proveer productos con mejor calidad (Rivera 2006:95-100).

La mejora de plantas por métodos tradicionales ha sido sin dudas muy exitosa, y prueba de ello, es, por ejemplo, el incremento anual promedio de alimentos a nivel mundial. Los avances logrados primeramente en la biología celular y más tarde en la biología molecular, permitieron el desarrollo de toda una serie de nuevos procedimientos, generalmente conocidos como biotecnología de plantas que, lejos de restar importancia a los métodos de mejora tradicionales, han servido para incrementar el desarrollo de estos y ampliar sus posibilidades de aplicación (EcuRed 2020).

La agricultura sustentable intenta proporcionar un medio ambiente balanceado, rendimiento y fertilidad de suelos sostenidos, control natural de plagas mediante tecnologías auto-sostenidas.

Los cultivos transgénicos están muy concentrados en pocos países, cultivos y en unas escasas características. Aunque hay muchas plantas transgénicas, sólo unas pocas se cultivan entre las que se destacan arroz, soya, maíz, canola y algodón a nivel mundial (Santamarta 2015:24-28). Entre los beneficios que ofrecen los cultivos transgénicos se destacan: reducción de costos de producción e incremento de rendimiento, reducción de químicos tóxicos en el ambiente, remediación y monitoreo ambiental y productos farmacéuticos basados en plantas (Giraldo 2016:231-251).

La difusión de la biotecnología como paradigma tecnológico prioritario,

desplazando a otros enfoques más integradores y holísticos y la siembra masiva de cultivos transgénicos que si no son regulados, desencadenaran un proceso con efectos socioeconómicos y ambientales más dramáticos que los experimentados con la Revolución Verde (Altieri y Nicholls 2000:235).

El presente documento tiene como finalidad fortalecer los conocimientos de las plantas transgénicas como táctica en el desarrollo de la agricultura sustentable.

## **II. MARCO METODOLÓGICO**

### **2.1. Definición del tema caso de estudio**

El presente documentó trató sobre la importancia de la Biotecnología, específicamente de las plantas transgénicas como táctica en el desarrollo de la agricultura sustentable.

Con la producción de plantas transgénicas se estima que aumenten los rendimientos por unidad de superficie de los cultivos, paralelamente a ello se utilizarán menos pesticidas (herbicidas, insecticidas, fungicidas) lo que permitirán desarrollar una agricultura sustentable sin el uso indiscriminado de estos productos.

### **2.2. Planteamiento del problema**

Constantemente el suelo y agua se ha deteriorado paulatinamente por el uso exagerado de pesticidas, que se utilizan con la finalidad de incrementar los rendimientos de los cultivos en el menor tiempo posible, sin importar los daños que causa al ambiente y a la salud de los seres humanos.

Por lo tanto, uno de los problemas que existen en la actualidad es la liberación de plantas transgénicas de varios cultivares, debido a que en muchos países existen intereses políticos y económicos donde no ven la importancia de esta tecnología y muchas veces dejan a un lado las consideraciones científicas sociales y ambientales.

Aunque la transformación genética se ha popularizado, en ningún momento quiere decir que sea un proceso sencillo de llevar a cabo. Por lo general, la generación de una planta transgénica involucra un proceso de ensayo y error en el cual se requiere de la optimización de cada uno de los pasos que comprenden la técnica de transformación. Además, requiere de una infraestructura que comprenda espacios de trabajo estériles y utilización de reactivos y equipos por lo general costosos. Eso sin contar con las autorizaciones para el acceso a secuencias que se encuentran patentadas y el tiempo que toma la optimización de cada etapa en

un experimento transgénico (Rocha 2015:55-69).

La poca iniciativa de sembrar plantas transgénicas por parte de los organismos gubernamentales promueve a que no se proteja al ambiente lo que repercute en la agricultura sustentable.

### **2.3. Justificación**

Al igual que el fitomejoramiento tradicional, la biotecnología se ha enfocado principalmente a la búsqueda de incrementos en la producción y protección de cultivos agrícolas contra plagas y enfermedades. Sin embargo, los rápidos adelantos de las técnicas de biología molecular han ampliado los horizontes y en el futuro próximo la industria, el ambiente y la salud humana y animal, también se verán beneficiados por la aplicación de estas novedosas técnicas.

Con ellas se intenta no sólo obtener variedades vegetales tolerantes a plagas, enfermedades y condiciones ambientales adversas que permitan mejorar los rendimientos, sino plantas capaces de producir insumos de alto valor económico y ambiental. La lista de productos susceptible de obtenerse en plantas transgénicas incluye enzimas, alimentos con alto valor nutritivo, productos farmacéuticos, vacunas y plásticos biodegradables (Herrera y Trujillo 2007:167-193).

“En la actualidad, los beneficios de la biotecnología incluyen resistencia a las enfermedades, reducción del uso de pesticidas, alimentos más nutritivos, tolerancia a los herbicidas, cultivos de crecimiento más rápido y mejoras en el sabor y la calidad” (Vásquez 2018).

Por ello se justifica el presente documento, para determinar el rol de la biotecnología en las plantas transgénicas como táctica en el desarrollo de la agricultura sustentable.

## **2.4. Objetivo**

### **2.4.1. General**

Analizar la importancia de las plantas transgénicas como táctica en el desarrollo de la agricultura sustentable.

### **2.4.2. Específicos**

- ✓ Establecer la situación de los transgénicos en el Ecuador.
- ✓ Indicar las ventajas y desventajas de los transgénicos

## **2.5. Fundamentación teórica**

No es menos cierto que el crecimiento de la población mundial tiende a la duplicación en los próximos 10 años y que además de satisfacer el aumento de la demanda de alimentos como resultado de ese crecimiento, el incremento de la producción de alimentos tendrá que satisfacer el aumento del consumo per cápita debido al mejoramiento de la calidad de vida, calculándose que para el año 2025 habrá que aumentar la producción de alimentos en al menos 50 % de la que actualmente se produce (Quiñones *et al.* 2017:22).

La biotecnología moderna (también llamada tecnología del ADN recombinante, ingeniería genética o biología molecular) ha desarrollado estrategias poderosas para la manipulación de la información genética de los seres vivos. Una de tales herramientas es la transformación genética, la cual permite introducir características (genes) deseadas de cualquier organismo vivo a otro; por ejemplo, de una planta a otra, o a un animal, una bacteria y viceversa (Rocha 2015:55-69).

La conclusión inevitable derivada de esto es que, para poder satisfacer la demanda, la humanidad tendrá que aumentar el rendimiento de las áreas sembradas. Además, este incremento tendrá que ser el resultado del uso de menos tierra, agua y menos plaguicidas, por lo que varios factores bióticos y abióticos de estrés, así como varias condiciones desfavorables de post-cosecha, también darán

lugar a pérdidas significativas en las producciones agrícolas. Por lo tanto, se necesitará de variedades de cultivos más estables y con mejores rendimientos, así como mejores formas de manejo con el propósito de aumentar la productividad y la sostenibilidad de los cultivos (Quiñones *et al.* 2017:22).

La biotecnología promete aumentar la productividad creando plantas adaptadas a su medio ambiente, reducir costos de producción, generar innovaciones y mejoras en los alimentos y conducir prácticas más ecológicas. En resumen, promete contribuir a una agricultura sostenible, utilizando recursos más acordes con el medio ambiente, es decir, ayudar a satisfacer las necesidades actuales sin comprometer las futuras (Sánchez 2013:1-11).

Desde la aparición de la agricultura la humanidad ha seleccionado las plantas que le proporcionaban un mayor rendimiento en alimentos o materias primas necesarias para la obtención de numerosos productos útiles como drogas, medicinas, colorantes y especias. Los primeros agricultores aumentaban la producción guardando para la siguiente siembra las semillas de las plantas más deseables. En los últimos cien años, con el descubrimiento de las leyes de la Herencia por Mendel y el avance de la biología vegetal, la mejora de las plantas se ha incrementado considerablemente (Carrasco 2016:3).

La producción de alimentos en cantidad y calidad suficiente para la creciente población mundial es un importante reto para este siglo. La biotecnología vegetal ha demostrado ampliamente que la generación de plantas transgénicas destinadas a la producción de alimentos y compuestos biológicamente activos es la alternativa más viable. Sin embargo, el desconocimiento de los aspectos básicos de esta biotecnología y de la bioquímica vegetal ha provocado incertidumbre y desacuerdo entre la comunidad sobre las consecuencias de la liberación y el uso de plantas transgénicas como fuente de alimentos (Calva y Vargas 2015).

Antes del advenimiento de la ingeniería genética, las metodologías de mejoramiento tradicional fueron aplicadas al desarrollo de plantas resistentes a hongos, bacterias y virus de cultivos importantes agrónomicamente. En adición, técnicas estándares de fitopatología, que incluyen cuarentena, erradicación,

rotación de cultivos y uso de semilla certificada libre de patógenos se han utilizado como herramientas de valor para el control de enfermedades (Quiñones *et al.* 2017:22).

Aun cuando la biotecnología agrícola (también conocida como biotecnología verde) ha avanzado con rapidez, para muchos cultivos será difícil y lento cumplir con objetivos tales como generar plantas resistentes al ataque de múltiples patógenos y con tolerancia a herbicidas, evitar el deterioro en la poscosecha, generar resistencia a la sequía o tolerancia a suelos salinos, incrementar la productividad de los cultivos y mejorar la calidad de los alimentos, entre otros (Rocha 2015:55-69).

En la actualidad, varios centros de Ingeniería Genética y Biotecnología trabajan en la obtención de plantas transgénicas con resistencia a diferentes plagas y enfermedades que afectan a las plantas, así como el uso de plantas como biofábricas de enzimas de uso industrial, productos biofarmacéuticos u otros obteniendo resultados novedosos en este campo (Quiñones *et al.* 2017:22).

La agricultura sustentable apunta al uso racional de los recursos para la agricultura, en particular, del suelo, agua e insumos agrícolas. Su objetivo es producir más en menos superficie de suelo, para satisfacer las necesidades básicas de fibra y alimentos; sin provocar o minimizando impactos ambientales; de forma económicamente viable y sin perjuicios para la salud de los productores y de la sociedad en general. Para ello, es preciso intensificar de manera sostenible la producción de agroalimentos; usar fertilizantes en forma más eficiente y menos contaminante; desarrollar biofertilizantes; disminuir sustantivamente el uso de pesticidas y reemplazarlos por biopesticidas (Delgado 2015:219-229).

El mejoramiento de cultivos ha buscado responder a requerimientos de producción, tales como el manejo de plagas y enfermedades, rendimiento y calidad del producto cosechado, respuesta a la aplicación de agroquímicos, características adecuadas para el procesamiento del producto, arquitectura de la planta, producción de compuestos nutricionales, y tolerancia a factores bióticos y abióticos,

entre otros (Rivera *et al.* 2015:186).

La adopción de una agricultura sostenible por parte de los productores envuelve el uso de niveles apropiados de fertilizantes y químicos, un buen entendimiento de la naturaleza, de la interacción entre fertilizantes, pesticidas, y rotaciones de cultivo, y como estas interacciones influyen en los rendimientos y en el ingreso del productor (Delgado 2015:219-229).

La agricultura sostenible ha ganado popularidad en los últimos años. El desarrollo sostenible es "el manejo y conservación de los recursos naturales y de la orientación de la tecnología y de los cambios institucionales de manera de asegurar y mantener la satisfacción de las necesidades humanas presentes y futuras. Este desarrollo sostenible conserva el suelo, agua, plantas y animales, es ambientalmente no degradable, apropiado técnicamente, y económicamente viable" (Delgado 2015:219-229).

La obtención de plantas transgénicas portadoras de caracteres agronómicos que les confieran un alto valor añadido constituye, sin dudas, una de las áreas de mayor actividad científica. El carácter de resistencia a enfermedades virales no podía ser la excepción. Ya se ha obtenido resistencia a una larga lista de virus mediante el uso de diferentes estrategias (Cruz y Portal 2015:4).

Para obtener una planta transgénica era necesario que la construcción genética a introducir atravesara la pared celular, la membrana plasmática y la membrana nuclear; todo eso, por supuesto, sin destruir la célula vegetal, y regenerando luego una planta entera. Llevar un gen al núcleo de una célula vegetal era mucho más complicado que a otros tipos celulares. La solución fue utilizar un sistema biológico que infecte a las células de las plantas, y fue una herramienta que se desarrolló una vez que existía el interés en obtener una planta transgénica (Pellegrini 2013:1453-1471).

Varios métodos que emplean el uso de la ingeniería genética han sido evaluados y demostrados satisfactoriamente para la obtención de plantas



transgénicas resistentes a patógenos. Entre los más relevantes se pueden mencionar, la sobreexpresión en plantas de genes virales, uso de ácidos nucleicos defectivos interferentes y la expresión de los ARN de genes de interés utilizando construcciones antisentido, así como un pequeño fragmento del ARN viral que desencadena el denominado mecanismo de silenciamiento génico post-transcripcional (Quiñones *et al.* 2017:22).

Las plantas transgénicas proporcionan cultivos más resistentes al ataque de patógenos o insectos disminuyendo la necesidad de emplear productos químicos, lo que supone un ahorro económico y menor daño al medio ambiente; mayor tiempo de conservación de frutos y verduras, aspecto crítico para países en desarrollo; aumento de la producción; disminución de los costos de producción; preservación de la biodiversidad natural y desarrollo de cultivos tolerantes a la sequía y el estrés (Sánchez 2013:1-11).

Conviene destacar que la transformación de plantas es una tecnología que aporta variabilidad genética sin alterar el fondo genético. Este último aspecto es de gran importancia, ya que en la generación de nuevas líneas o cultivares lo que se desea es incorporar características favorables sin perder las características propias deseables del cultivo (Rivera *et al.* 2015:186).

Una vez obtenidas las primeras plantas transgénicas, las empresas de biotecnología pusieron a punto las técnicas de transformación, focalizándose en las plantas que tenían interés comercial para ellas. En un principio, la dificultad para expresar proteínas en las plantas transgénicas era parcialmente salvada descartando las plantas con poca expresión y conservando las que presentaban niveles de expresión más aceptables, en un simple mecanismo de selección y descarte (Pellegrini 2013:1453-1471).

Las plantas transgénicas tienen en potencia múltiples aplicaciones y a continuación se nombran algunas, muchas de ellas con una importante implantación en el mercado agrícola a finales del siglo XX:

- ✓ Incremento de la productividad al proteger los cultivos contra plagas,

enfermedades, herbicidas (tolerancia a los herbicidas para eliminar las malas hierbas), sequías, salinidad elevada del suelo.

- ✓ Regeneración de suelos contaminados por metales pesados con plantas transgénicas tolerantes a concentraciones elevadas de estos elementos.
- ✓ Producción de medicamentos. Se investigaba la producción de anticuerpos monoclonales, vacunas y otras proteínas terapéuticas en plantas transgénicas de maíz y soja.
- ✓ Retraso de la maduración de los frutos para conseguir dilatar el tiempo de almacenamiento (Carrasco 2016:3).

Cuando los estudios en silenciamiento génico dieron una explicación a estas dificultades, se diseñaron modos de evitar el silenciamiento y, así, obtener buenos niveles de expresión de los transgenes. Pero, en estos momentos iniciales de la transgénesis vegetal, hay una serie de claves que permiten entender algunas dinámicas de la investigación y desarrollo de plantas transgénicas en las décadas siguientes (Pellegrini 2013:1453-1471).

En este sentido, la aplicación de estas estrategias ha posibilitado en gran medida apoyar el control de estos patógenos de interés y obtener en menor tiempo; y de forma más específica variedades resistentes, cuyo proceso reduce a la mitad el tiempo necesario destinado a obtener una variedad mejorada por la vía clásica. Los riesgos asociados con la liberación de las plantas al medio ambiente natural que pudiera traer consigo el escape de los transgenes y la introgresión de estos en el pool de genes silvestres, el impacto del producto de los transgenes sobre otros organismos y el ecosistema parecen ser los principales obstáculos, por los cuales aún esta tecnología no ha logrado una aceptación pública adecuada y una aprobación regulatoria a nivel mundial (Quiñones *et al.* 2017:22).

Se han utilizado varias estrategias para la obtención de plantas transgénicas, que incluyen métodos biológicos como la utilización de bacterias, o métodos físicos y químicos como biobalística (bombardeo de partículas), electroporación, abrasión con fibras, tratamiento con polietilenglicol (PEG), utilización de láser y microinyección (Rivera *et al.* 2015:186).

Para tomar la decisión de invertir en el desarrollo de tecnología transgénica para un cultivo particular, es necesario tener en cuenta que los mercados y sobre todo la publicidad definen la introducción o no de esta tecnología, especialmente cuando los cultivos transgénicos son resistentes al ataque de insectos con el fin de comercializarse cuyo manejo no requería de la utilización de pesticidas tóxicos tanto para la salud humana como para el ambiente (Rocha 2015:55-69).

La biotecnología de plantas podría contribuir sustancialmente al rescate de las cosechas perdidas por el ataque de plagas y enfermedades, así como en el mejoramiento de la producción y calidad de los productos obtenidos. La necesidad urgente de métodos sustentables para la producción agrícola del mundo con el objetivo de satisfacer las demandas de una población mundial en constante crecimiento hace de la tecnología del uso de plantas transgénicas o de los también denominados, organismos genéticamente modificados (OGMs) en la agricultura; una opción de valor a tener en cuenta (Quiñones *et al.* 2017:22).

Una planta transgénica es un organismo genéticamente modificado (OGM). Un OGM es cualquier organismo cuyo material genético ha sido modificado o alterado de manera artificial, para mejorar una o varias de sus características. Toda célula viva, ya sea de una bacteria, de un vegetal o de los mamíferos, contiene su información genética almacenada en el ADN, en unidades llamadas genes. Las características fisiológicas de un organismo se encuentran determinadas por la información contenida en dichos genes (Rodríguez y González 2017:1).

La modificación genética se realiza insertando uno o varios genes con las características de interés que se desea conferir mediante la aplicación de técnicas recombinantes de ADN. Estas técnicas implican el reordenamiento de los genes con el uso de enzimas, que, por su naturaleza, cortan las moléculas de ADN. Obteniendo fragmentos que pueden ser unidos mediante manipulaciones *in vitro*. Los genes insertados llamados transgenes (ya que se introduce de manera artificial), pueden proceder de especies no relacionadas (Rodríguez y González 2017:1).

Las plantas transgénicas se han desarrollado con el objeto de resolver una gran diversidad de problemas, como la tolerancia a factores ambientales, el aumento en la calidad nutricional de los cultivos, la producción de materiales industriales o de vacunas y la resistencia a plagas y enfermedades. Sin embargo, su desarrollo tecnológico y su eficiencia en el campo no son suficiente razón para que una planta transgénica sea liberada al campo, sin antes pasar por una serie de requerimientos de seguridad. Estos requerimientos son impuestos a través de reglamentos desarrollados, regulados y avalados por los gobiernos de cada país, los cuales tienen como objetivo salvaguardar la salud y la integridad de sus gobernados, así como la de su medio ambiente (Ibarra y Del Rincón 2015:13-23).

Las plantas transgénicas con caracteres tan primordiales como la resistencia a las plagas, enfermedades y herbicidas, son sumamente importantes y necesarias cuando no se ha detectado resistencia inherente en las especies locales. Por otra parte, estas poseen entre sus beneficios la mayor flexibilidad para administrar el cultivo, menor dependencia de insecticidas químicos, mayores rendimientos, facilidad de cosecha y mayor proporción de esta para su comercialización. Para el consumidor esto significa menor costo del alimento y más valor nutritivo en estos (Quiñones *et al.* 2017:22).

Son muchos los factores que influyen en la transformación genética de una planta. Por lo tanto, es de vital importancia antes de cualquier ensayo de mejoramiento genético, tener bien establecidas las condiciones del método de transformación y de la manipulación *in vitro* del cultivar (Rivera *et al.* 2015:186).

En general, los agricultores que han empezado a sembrar cultivos transgénicos están satisfechos. Esta satisfacción queda demostrada por el vertiginoso incremento de las ventas de los productos transgénicos y por el aumento de los países que están adoptando esta tecnología a nivel mundial (Sánchez 2013:1-11).

Una de las razones esgrimidas para ser tan excesivamente cautos con el desarrollo, la implementación y la comercialización de la tecnología transgénica

está relacionada con los riesgos potenciales que podría tener sobre la salud de las personas y sobre la integridad del medio ambiente. A pesar de ello, la vasta evidencia científica existente hasta el momento ha concluido que las plantas genéticamente modificadas o plantas transgénica no han causado ni causan ningún efecto nocivo sobre la salud humana ni sobre el medio ambiente. Es más, se han encontrado beneficios ecológicos como resultado de la disminución de plaguicidas y demás biocidas que causan un daño enorme al suelo, a las fuentes de agua, a los operarios de campo, e incluso al consumidor final (Rocha 2015:55-69).

En la actualidad se han producido plantas resistentes a insectos-plaga y patógenos; mejores productos, como frutos con prolongado período de almacenamiento; productos con mejores propiedades nutritivas, como un mayor contenido de proteínas, aceites, aminoácidos, etc.; y con mejoras industriales, como un mayor contenido de sólidos de los frutos. En general, los agricultores que han empezado a sembrar cultivos transgénicos están satisfechos. El área sembrada con cultivos transgénicos también se ha incrementado rápidamente (Sánchez 2013:1-11).

“La superficie cultivada de plantas transgénicas, que expresan genes de defensa para el control de plagas, enfermedades y malas hierbas, se ha incrementado de forma exponencial” (Domínguez 2014:98-107).

La situación que se visualiza en un futuro inmediato para el Ecuador no es del todo alentadora, si bien es cierto que está creciendo la conciencia sobre este tema en la sociedad civil organizada y no organizada, han existido declaraciones permanentes del presidente de la república que sin mayores argumentos y en muchos casos totalmente equivocados, ha mencionado su interés por permitir el ingreso de cultivos transgénicos al Ecuador (IPDRS 2015).

El marco regulatorio o reglamento para aplicar la investigación de transgénicos en Ecuador todavía no se ha elaborado, ya que todas las naciones que utilizan la ingeniería genética tienen un marco regulatorio donde hay protocolos de bioseguridad donde se vigila que no se use esta tecnología de una forma que

no genere impacto negativo al ambiente, a la salud humana y animal. En Ecuador falta implementarlo (Diario El Universo 2019).

En Ecuador podríamos decir que hay una situación actual muy alentadora, con avances legislativos claves, con fuertes argumentos a favor de la agrobiodiversidad y con una creciente masa crítica sobre los impactos que generaría la introducción de los cultivos genéticamente modificados al país. Sin embargo, muchos de los principales voceros del gobierno nacional, especialmente el presidente de la república, han manifestado permanentemente su intención de permitir y promover el ingreso de estos cultivos, siendo un claro atentado contra la decisión mayoritaria del pueblo ecuatoriano contemplada en la Constitución de la República aprobada el año 2008 (IPDRS 2015).

Existen varios centros de investigación y de biotecnología en el país, pero sólo uno de ellos, la Escuela Politécnica del Litoral (ESPOL), se encuentra desarrollando un tipo de modificación genética con el fin de controlar la sigatoka negra en el cultivo de banano, bajo la denominación de banano cisgénico. Para esto combinan los genes de 2 variedades de banano con el fin de hacerlas más resistentes (IPDRS 2015).

Ecuador está rezagado tecnológicamente por no incorporar este modelo de transgénicos, sin embargo, la realidad es que en la actualidad menos de 30 países han autorizado transgénicos y desarrollan de forma extensa estos cultivos y más del 90% del área sembrada se concentra en apenas 6 países, y por el contrario son muchas más las naciones que los restringen o prohíben, entre ellos la mayoría de países de Europa (como Francia, Alemania, Italia, Suecia), además Rusia, Japón, Corea de Sur” (Gortaire 2019).

A este último punto añadiremos el creciente rechazo de los consumidores en Europa, Asia, EEUU hacia los alimentos transgénicos, precisamente nuestros principales mercados de exportación; ellos nos señalan la demanda en dirección de alimentos cultivados de forma orgánica o agroecológica, demanda que cada año crece a un ritmo 8% , rubros en los que nuestro país, por su privilegiado clima y diversidad, podría ser altamente competitivo con las políticas de fomento

apropiadas, por ejemplo, mantenernos como país libre de transgénicos (Gortaire 2019).

Gracias a la movilización de organizaciones campesinas se consiguió incluir en la Constitución del Ecuador, el reconocimiento de la soberanía alimentaria; cuyo uno de sus componentes es Promover la preservación y recuperación de la agrobiodiversidad y de los saberes ancestrales vinculados a ella; así como el uso, la conservación e intercambio libre de semillas (Art, 281, 4). El Ecuador fue además declarado, libre de cultivos y semillas transgénicas, lo que obedeció a un proceso de lucha llevado a cabo durante varios años en el seno del movimiento ecologista y campesina (Art. 401 de la Constitución) (Bravo, 2019).

En 2009, y luego de nuevos debates e intensos trabajos de la industria agroalimentaria, se ratifica la condición de país libre de OGM en la Ley Orgánica del Régimen de Soberanía Alimentaria. El Artículo 26 copia el texto constituyente, porque obviamente una ley no puede modificar la Constitución y se: “se declara al Ecuador país libre de cultivos y semillas transgénicas” (Gortaire 2019).

Al 2017 y luego de 5 años más de debates, la nueva ley de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento a la Agricultura Sustentable es aprobada. No podría hacer otra cosa más que señalar infracciones y sanciones a quienes infrinjan la condición de país libre de transgénicos. Esto era así hasta que llega la objeción parcial remitida por la presidencia de la República, que sorpresivamente indica lo que sigue: Art. 56 “Se permite el ingreso de semillas y cultivos transgénicos al territorio nacional, únicamente para ser utilizados con fines investigativos. En caso de que se requiera el ingreso para otros fines distintos, se deberá seguir el procedimiento establecido en la Constitución” (Gortaire 2019).

En Ecuador, la concentración de la tierra se da con mayor severidad en la región costa, donde se encuentran los grandes productores de soya y maíz, por lo que se entiende que el interés para el ingreso de los cultivos transgénicos está direccionado a esta región en específico, sin embargo, no se ha autorizado ninguna liberación de cultivos genéticamente modificados hasta la presente fecha. Sin

embargo, “La excepción presidencial contemplada en la Constitución (art. 401) fue añadida solo como resultado del cabildeo de los influyentes agro-negocios del Ecuador, es de esperarse que la Asamblea Nacional apruebe una legislación que afecte a la biotecnología, al uso y comercialización de semillas transgénicas y a asuntos sobre la protección a consumidores respecto de los transgénicos” (Intriago 2015).

“El Ecuador es un país libre de cultivos y semillas transgénicas, por ello los organismos reguladores no permiten la siembra de semillas modificadas genéticamente, o que ya haya contaminación genética en algunas zonas productoras” (Bravo y León 2015:16-24).

Las ventajas de las plantas transgénicas son:

- ✓ Las semillas transgénicas, al incorporar características inexistentes en las plantas, pueden permitir aumentar la productividad y el valor nutritivo de los productos, esto permitiría ayudar a la reducción del hambre en el mundo.
- ✓ Antiguamente la selección de semillas se llevaba a cabo en forma rudimentaria, en la actualidad contamos con herramientas, como por ejemplo la genómica, que nos permiten mejorar los cultivos y seleccionar aquellos que consideremos mejores dotados.
- ✓ Uso de transgénicos afirman que la adición de genes para desarrollar resistencia a insectos por parte de las plantas puede ayudar a preservar el medio ambiente al reducir el uso de pesticidas, herbicidas y plaguicidas.
- ✓ Mediante la manipulación genética se puede crear semillas que crezcan en tierras afectadas por la erosión, falta de agua o concentración de minerales que impiden la proliferación de cultivos naturales. Grandes zonas de cultivo, hoy desaprovechadas por estas razones, podrían ser utilizadas por cultivos transgénicos que resistirían a condiciones ambientales desfavorables y a condiciones climáticas inestables (Casquier y Ortiz 2015:281-300).

Otras ventajas de las plantas transgénicas, son:



- ✓ La aparición en el mercado de semillas transgénicas originó grandes expectativas, a causa de las ventajas que se atribuían a los nuevos cultivos desde el punto de vista del rendimiento, el ahorro de trabajo y otros insumos, y el favorable impacto ambiental. Ello ha dado origen a un nuevo paradigma agrícola, caracterizado por el uso de semillas transgénicas, herbicidas y pesticidas especiales y métodos novedosos de manejo, conocidos como siembra directa o labranza cero.
- ✓ Los productos transgénicos han hecho llegar al mercado nuevas tecnologías de proceso, que permiten producir, por ejemplo, rubros vegetales de características novedosas, como una variedad de arroz de mayor contenido vitamínico.
- ✓ Las tecnologías transgénicas están dando origen también a nuevas formas de organización de la producción, como la siembra directa, que elimina la fase de preparación del suelo y la sustituye por la aplicación de herbicidas, con la consiguiente reducción de costos y de uso de mano de obra (Bárcena *et al.* 2016)

Entre las desventajas de las plantas transgénicas, se mencionan:

- ✓ Los posibles riesgos, impredecibles, para la salud humana y el medio ambiente, que en un largo plazo podrían producir los transgénicos, debido a las alteraciones que se realizan en la naturaleza.
- ✓ Que la información salió a la luz antes de que se llevaran a cabo todas las discusiones necesarias en el ámbito científico para determinar si era moralmente adecuado el uso de este tipo de semillas para el bienestar del ser humano
- ✓ Uno de los riesgos para la salud asociado a los transgénicos es la aparición de alergias ya que estos alimentos introducen en la cadena alimentaria nuevas proteínas que nunca antes habíamos consumido.
- ✓ Un riesgo que la biotecnología aplicada al mejoramiento de semillas esté en manos de grandes transnacionales. Para los que afirman esto, las semillas transgénicas, que en un inicio buscaban librar del problema del hambre a la humanidad, se han convertido en un negocio lucrativo para unas pocas empresas. Antiguamente las semillas eran obtenidas por los

agricultores por medio de su interacción con la naturaleza, ahora serían productos que habría que comprar a un determinado dueño (Casquier y Ortiz 2015:281-300).

Las siguientes desventajas de los transgénicos son:

- ✓ Las variedades transgénicas pueden entrañar graves peligros para la salud humana y animal y el medio ambiente.
- ✓ A diferencia de lo que ocurría con la revolución verde, las nuevas tecnologías están mayoritariamente en manos de unos pocos consorcios transnacionales, los cuales podrían ejercer un control casi total sobre la producción agrícola de todo el mundo, con graves consecuencias para los países en desarrollo y los agricultores más pobres.
- ✓ Las variedades transgénicas contaminen especies emparentadas y tengan efectos catastróficos sobre la diversidad genética atesorada en la región. Miles de especies podrían extinguirse para siempre (Bárcena *et al.* 2016).

## **2.6. Hipótesis**

Ho= las plantas transgénicas no influyen como táctica en el desarrollo de la agricultura sustentable.

Ha= las plantas transgénicas influyen como táctica en el desarrollo de la agricultura sustentable.

## **2.7. Metodología de la investigación**

La realización del presente documento práctico se efectuó en función del compendio de textos, revistas, periódicos, artículos científicos, congresos, ponencias e información de internet.

La información fue sometida a la técnica de análisis – síntesis y resumen donde detalló sobre la importancia de las plantas transgénicas en la agricultura.

### **III. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **Desarrollo del caso**

El presente documento redactó sobre las plantas transgénicas como táctica en el desarrollo de la agricultura sustentable.

Los análisis para determinar si es necesario y adecuado introducir o no la tecnología transgénica deben evaluar los costos en dinero y tiempo para su desarrollo e implementación, la información básica disponible relacionada con el problema, el impacto ambiental y social (análisis de riesgo), la regulación o normatividad legal existente en el país donde se llevará a cabo el cultivo y las posibles negociaciones a futuro, entre otros (Rocha 2015:55-69).

Hay que recalcar que en el Ecuador aún los organismos de gobierno no han regulado la utilización de cultivos transgénicos como mejoras para los agricultores y por consiguiente la reducción de la contaminación ambiental.

#### **Situaciones detectadas (hallazgo)**

Las políticas gubernamentales aún no han aplicado investigaciones para el uso de transgénicos en el Ecuador, sin embargo, en otros países mediante la biotecnología han hecho posible el marco regulatorio y/o protocolos para que los usos de plantas transgénicas no causen impacto negativo a la salud humana y al medio ambiente.

Las plantas transgénicas ayudan a mitigar la contaminación ambiental, mediante la utilización de pesticidas amigables con el ambiente.

#### **Soluciones planteadas**

Son cuatro los factores por tener en cuenta para desarrollar tecnología transgénica en plantas: el primero es contar con una razón económica de peso, el segundo es tener genes de interés disponibles para su utilización, el tercero es que la planta objeto de modificación cuente con un sistema de transformación genética eficaz y cuarto que se disponga de un sistema de regeneración eficiente (Rocha 2015:55-69).

Es necesario, mediante varios estudios, la introducción de cultivos transgénicos, con la finalidad de aumentar la productividad de los cultivos y que se aplique tecnologías que permitan reducir la utilización de pesticidas, conllevando al desarrollo de una agricultura sustentable.

## IV. CONCLUSIONES

Las conclusiones planteadas son las siguientes:

- ✓ Debido a la gran importancia económica de los cultivos y la variedad de cultivares existentes a nivel mundial se han desarrollado varias estrategias biotecnológicas con la finalidad del mejoramiento genético para el aumento de la producción, conferir resistencia y mejorar la calidad de los mismos, lo que serán disponibles en mayor cantidad para su comercialización y consumo humano.
- ✓ Con las plantas transgénicas se mejora la calidad postcosecha debido a la resistencia de las plantas al ataque de patógenos sin realizar prácticas culturales que deterioren el ambiente, siendo eficientemente sustentables.
- ✓ El Ecuador es considerado un país libre de cultivos y semillas transgénicas.
- ✓ A pesar de ser considerado un país libre de transgénicos, existen los relatos referentes a la producción en nuestro medio de productos agrícolas con esta tecnología.
- ✓ Hasta el momento no se ha diagnosticado que el cultivo de plantas transgénicas sea nocivo para los seres humanos y para el ambiente.
- ✓ Existe controversia en varios países, donde las organizaciones ambientales señalan que los cultivares transgénicos aumentan el empleo de tóxicos en la agricultura, contaminación del suelo, resistencia a plagas y enfermedades lo cual no está comprobado.

## **V. RECOMENDACIONES**

Las recomendaciones planteadas son las siguientes:

- ✓ Incentivar a los fitomejoradores a desarrollar plantas transgénicas, lo que permitirá desplegar de manera significativa ciertos cultivos, lo que sin duda reflejará el bienestar de la sociedad y su impacto positivo sobre el medio ambiente, lo que influirá que los cultivos sean sustentables a lo largo del tiempo.
- ✓ Realizar estudios sobre la correcta aplicación de la tecnología de los transgénicos en la producción agropecuaria.
- ✓ Concientizar a los organismos gubernamentales a investigaciones de cultivos transgénicos, para comparar si su impacto es beneficioso o no para el ambiente y que promueva un desarrollo agrícola sustentable.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

- Altieri, M., & Nicholls, C. I. (2000). Teoría y práctica para una agricultura sustentable. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. PNUMA. Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. México, 235.
- Bárcena, A., Katz, J., Morales, C. (2016). Los transgénicos en América Latina y el caribe. Un debate abierto. CEPAL.
- Bravo, E. (2019). Monitoreo de transgénicos en el Ecuador. Disponible en <http://www.soberaniaalimentaria.gob.ec/2019/ForoInternacionalSA/Ponencias/Proteccion%20de%20agrobiodiversidad/Monitoreo%20de%20transgenicos%20en%20Ecuador.pdf>
- Bravo, E., & León, X. (2015). Monitoreo participativo del maíz ecuatoriano para detectar la presencia de proteínas transgénicas. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 17(1), 16-24.
- Calva, G., Vargas, J. (2015). Cultivo de células y tejidos vegetales: fuente de alimentos para el futuro. Disponible en <http://www.revista.unam.mx/vol.6/num11/art104a/int104a.htm>
- Carrasco, J. (2016). Plantas transgénicas. *Biología Vegetal*. Butlletí Centre d'Estudis de la Natura del Barcelonés Nord., IV (3).
- Casquier, J., Ortiz, R. (2015). Las semillas transgénicas: ¿un debate bioético? *Derecho PUCP*, (69), 281-300.
- Cruz, M., Portal, O. (2015). Estrategias para la obtención de plantas transgénicas de papaya con resistencia al Virus de la mancha anular de la papaya (PRSV). *Biotecnología vegetal*, 10(4).
- Delgado, H. (2015). Agricultura sostenible e investigación agrícola en el INIA. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 19(3), 219-229.

Domínguez, P. (2014). Nuevas técnicas en el control de plagas. *Horticultura: Revista de industria, distribución y socioeconomía hortícola: frutas, hortalizas, flores, plantas, árboles ornamentales y viveros*, (1), 98-107.

EcuRed. 2020. Biotecnología de plantas. Disponible en [https://www.ecured.cu/Biotecnolog%C3%ADa\\_de\\_plantas](https://www.ecured.cu/Biotecnolog%C3%ADa_de_plantas)

El Universo. 2019. Transgénicos son ilegales en sembríos, pero sí se consumen en Ecuador. Disponible en <https://www.eluniverso.com/noticias/2018/09/16/nota/6954224/transgenicos-son-ilegales-sembrios-si-se-consumen-ecuador>

Giraldo, A. C. (2016). Cultivos transgénicos: entre los riesgos biológicos y los beneficios ambientales y económicos. *Acta Biológica Colombiana*, 16(3), 231-251.

Gortaire, R. 2019. Transgénicos permitidos en el Ecuador. Disponible en <https://www.quericoes.org/2018/05/10/transgenicos-permitidos-en-el-ecuador-la-asamblea-nacional-ha-dado-un-paso-gigantesco-pero-en-la-direccion-equivocada/>

Herrera-Estrella, L., & Trujillo, M. M. (2007). Plantas transgénicas. Fundamentos y casos exitosos de la biotecnología moderna, 167-193.

Ibarra, J., Del Rincón-Castro, M. (2015). Mitos y realidades sobre las plantas transgénicas resistentes a insectos. *Acta Universitaria*, 25(3), 13-23.

Instituto para el Desarrollo Rural de Sudamérica. (IPDRS) 2015. Ecuador: La situación de los transgénicos. Disponible en <https://www.sudamericarural.org/noticias-ecuador/que-pasa/4174-ecuador-la-situacion-de-los-transgenicos>

Intriago, R. 2015. La situación de los transgénicos en Ecuador. Disponible en <https://millonescontramonsanto.org/la-situacion-de-los-transgenicos-en->



ecuador-2015/

- Pellegrini, P. (2013). Anomalías en los comienzos de la transgénesis vegetal: intereses e interpretaciones en torno a las primeras plantas transgénicas. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, 20(4), 1453-1471.
- Quiñones, M., Vega, A., Martínez, Y., Rodríguez, E. (2017). Estrategias de ingeniería genética para la obtención de plantas transgénicas resistentes a geminivirus. Experiencia del Censa. La Habana. *Rev. Protección Veg*, 22(2).
- Rivera, M., Lazo, M., Astorga, K., Tiznado, M. (2015). Avances recientes en la transformación genética de *Cucumis melo* L.: características de importancia agronómica. *Interciencia*, 38(3), 186.
- Rivera-Domínguez, Marisela. (2006). La biotecnología en plantas y aspectos biotecnológicos del mango. *Interciencia*, 31(2), 95-100. Recuperado en 05 de agosto de 2020, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442006000200004&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000200004&lng=es&tlng=es).
- Rocha, P. (2015). Plantas transgénicas frente a la realidad del mercado. *Revista Palmas*, 25(3), 55-69.
- Rodríguez, P., González, O. (2017). Plantas transgénicas: una revisión de los principales cultivos básicos en México. *e-Gnosis*, (5), 1.
- Sánchez-Cuevas, M. (2013). Biotecnología: Ventajas y desventajas para la agricultura. *Revista UDO agrícola*, 3(1), 1-11.
- Santamarta, J. (2015). Los transgénicos en el mundo. *World Watch*, 21, 24-28.
- Vásquez, G. R. (2018). Biotecnología: generalidades, riegos y beneficios.