



**Influencia de la Legislación Ecuatoriana en la biotecnología del país, con enfoque social, político y económico**

Dávalos Palomeque, César Alfredo

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería en Biotecnología

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero en Biotecnología









Koch Kaiser, Alma Rosel Mgs.

16 de septiembre del 2021

### Document Information

Analyzed document	Tesis César División Urkund.docx (D111762709)
Submitted	8/27/2021 9:24:00 PM
Submitted by	
Submitter email	biblioteca@espe.edu.ec
Similarity	3%
Analysis address	ibiblioteca.GDC@analysis.unkund.com

### Sources included in the report

<b>W</b>	URL: <a href="https://www.chilebio.cl/wp-content/uploads/2015/09/Manejo-y-gest%C3%83n-de-la-Biotecnolog%C3%A1a-Agr%C3%ADcola-apropiada-para-peque%C3%B1os-productores-estudio-del-caso-Argentina.doc">https://www.chilebio.cl/wp-content/uploads/2015/09/Manejo-y-gest%C3%83n-de-la-Biotecnolog%C3%A1a-Agr%C3%ADcola-apropiada-para-peque%C3%B1os-productores-estudio-del-caso-Argentina.doc</a> Fetched: 1/18/2021 3:12:15 AM	 1
<b>W</b>	URL: <a href="https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46533/1/S2000656_es.pdf">https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46533/1/S2000656_es.pdf</a> Fetched: 8/27/2021 9:25:00 PM	 1
<b>SA</b>	<b>TESIS O V UDLA-31-03-14.docx</b> Document TESIS O V UDLA-31-03-14.docx (D10432104)	 2
<b>W</b>	URL: <a href="http://www.economia.unam.mx/secsa/docs/tesis/LeoLJA/cap4-2.pdf">http://www.economia.unam.mx/secsa/docs/tesis/LeoLJA/cap4-2.pdf</a> Fetched: 1/21/2021 9:44:33 AM	 1
<b>SA</b>	<b>TESIS.vfjps (1).docx</b> Document TESIS.vfjps (1).docx (D62107185)	 1
<b>W</b>	URL: <a href="https://mx.bowl.org/sites/default/files/no16_lavidaenventa.pdf">https://mx.bowl.org/sites/default/files/no16_lavidaenventa.pdf</a> Fetched: 3/23/2020 12:37:31 AM	 1
<b>W</b>	URL: <a href="http://200.12.169.19/bitstream/25000/17445/1/T-UCE-0013-JUR-133.pdf">http://200.12.169.19/bitstream/25000/17445/1/T-UCE-0013-JUR-133.pdf</a> Fetched: 2/16/2021 5:35:37 PM	 3
<b>SA</b>	<b>TESIS GUERRERO ALARCON MAX.docx</b> Document TESIS GUERRERO ALARCON MAX.docx (D45031716)	 1
<b>W</b>	URL: <a href="http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3839/1/T-UCE-0013-Ab-199.pdf">http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3839/1/T-UCE-0013-Ab-199.pdf</a> Fetched: 5/3/2021 7:42:38 PM	 1
<b>W</b>	URL: <a href="https://docplayer.es/87534269-La-biotecnologia-y-la-biodiversidad-en-la-legislacion-ambiental-ecuatoriana.html">https://docplayer.es/87534269-La-biotecnologia-y-la-biodiversidad-en-la-legislacion-ambiental-ecuatoriana.html</a> Fetched: 12/9/2019 3:04:24 AM	 2
<b>W</b>	URL: <a href="https://docplayer.es/36865016-Agrobiotecnologias-implicaciones-eticas-sociales-y-juridicas-1-dra-nieves-carolina-cornelis-coordinadora-editorial-ano-2-rv-1.html">https://docplayer.es/36865016-Agrobiotecnologias-implicaciones-eticas-sociales-y-juridicas-1-dra-nieves-carolina-cornelis-coordinadora-editorial-ano-2-rv-1.html</a> Fetched: 2/25/2021 3:25:40 PM	 2

URL: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46533/1/S2000656\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46533/1/S2000656_es.pdf)





DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, "Influencia de la Legislación Ecuatoriana en la biotecnología del país, con enfoque social, político y económico" fue realizado por el señor **Dávalos Palomeque, César Alfredo** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 27 de agosto del 2021

Firma:

ALMA  
ROSEL  
KOCH  
KAISER

.....  
**KOCH KAISER, ALMA ROSEL**

C. C. 170880079-2



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA**

**RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA**

Yo, **Dávalos Palomeque César Alfredo**, con cédula de ciudadanía n°1720352879, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“Influencia de la Legislación Ecuatoriana en la biotecnología del país, con enfoque social, político y económico”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

**Sangolquí, 27 de agosto de 2021**

Firma

**Dávalos Palomeque César Alfredo**

C.C.: 1720352879



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA**

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN**

Yo **Dávalos Palomeque César Alfredo**, con cédula de ciudadanía n° 1720352879, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **"Influencia de la Legislación Ecuatoriana en la biotecnología del país, con enfoque social, político y económico"** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

**Sangolquí, 27 de agosto de 2021**

Firma  
  
.....

**Dávalos Palomeque César Alfredo**

C.C.:1720352879

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo va dedicado a Dios, quien ha sido una guía y una inspiración, por darme fuerzas y haberme permitido culminar esta etapa de mi vida.

A mis padres, hermanos, tíos y abuelos por ser un apoyo en mi vida estudiantil.

A mi enamorada por siempre estar ahí cuando la necesite y ayudarme incondicionalmente

Y a todos aquellos que en mi vida estudiantil supieron extender su mano para ayudarme y educarme.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar me gustaría agradecer a mi tutora, la Master Almita Koch por la paciencia, conocimientos y apoyo quien me guio a través de la elaboración de mi trabajo para alcanzar las metas propuestas.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por acogerme y formarme durante mi vida académica y a todos mis profesores que me enseñaron no solo vastos conocimientos, sino también ética profesional.

A mi familia y amigos por siempre apoyarme y darme fuerzas aun en los momentos de desesperación y desvelo.

A mi enamorada Verito por comprenderme, aconsejarme y apoyarme en mis momentos más oscuros.

Muchas gracias a todos.



## ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria .....	7
Agradecimiento .....	8
Listado de tablas .....	10
Listado de figuras .....	11
Listado de abreviaturas.....	12
Resumen.....	14
Abstract .....	15
Capítulo I: Introducción.....	16
Formulación del problema .....	16
Justificación del problema .....	17
Objetivos de la investigación.....	19
<i>Objetivo general</i> .....	19
<i>Objetivos específicos</i> .....	19
Capítulo II: marco teórico.....	20
Capítulo III: materiales y métodos .....	25
Capítulo IV: Resultados.....	28
Historia de la biotecnología en Ecuador .....	28
<i>Primera etapa: etapa de descubrimiento</i> .....	28
<i>Segunda etapa: etapa de surgimiento</i> .....	30
<i>Tercera etapa: etapa actual (preventiva)</i> .....	33
Situación actual .....	36
<i>Sector social</i> .....	36
<i>Sector político</i> .....	44
<i>Sector económico</i> .....	52
Necesidad de una reforma de ley.....	60
<i>Social</i> .....	60
<i>Político</i> .....	66
<i>Económico</i> .....	68
Reforma a los artículos 401 y 402 .....	72
Capítulo V: Discusión .....	79
Capítulo VI: Conclusiones .....	81
Capítulo VII: Recomendaciones .....	83
Capítulo VIII: Bibliografía .....	84

**LISTADO DE TABLAS**

Tabla 1. Innovación en ciencia y tecnología 2017-2020. _____	53
Tabla 2. Artículos científicos publicados en Ecuador en áreas relacionadas a biotecnología. _____	55
Tabla 3. Artículos científicos publicados en Ecuador citados por personas extranjeras. ____	56

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Resultado de la pregunta ¿Ha consumido alguno de estos productos? _____	38
Figura 2. Resultados de la pregunta ¿Ha escuchado el término Biotecnología? _____	39
Figura 3. Resultados de la pregunta ¿Conoce usted qué es la Biotecnología? _____	39
Figura 4. Resultados de la pregunta ¿Considera a la biotecnología como un beneficio para el ser humano y el medioambiente? _____	40
Figura 5. Resultados de la pregunta ¿Cree que en Ecuador se desarrolla la Biotecnología? _____	40
Figura 6. Resultados de la pregunta ¿Ha consumido algún producto derivado de la biotecnología? _____	41
Figura 7. Resultados de la pregunta ¿Conoce que en Ecuador existen prohibiciones para el desarrollo de la biotecnología a nivel de la Constitución? _____	41
Figura 8. Resultados de la pregunta ¿Le interesaría conocer más acerca de la biotecnología y sus aplicaciones? _____	42
Figura 9. Resultados de la pregunta ¿Cree que se deberían realizar más proyectos para difundir a la Biotecnología? _____	42
Figura 10. Resultados de la pregunta ¿Cree que se deberían presentar proyectos de ley para el desarrollo de la Biotecnología en el Ecuador? _____	43
Figura 11. Framework ecuatoriano para biotecnología, bioseguridad y OGMs _____	48
Figura 12. Principales sectores de la biotecnología en Ecuador. _____	53
Figura 13. Tendencia de los puntajes InP, OuP y PJ desde el 2017 al 2020. _____	54
Figura 14. Artículos científicos publicados en Ecuador relacionados con la biotecnología del 2017 al 2020. _____	56
Figura 15. Artículos científicos publicados en Ecuador citados en el extranjero relacionados con la biotecnología del 2017 al 2020. _____	56

## LISTADO DE ABREVIATURAS

**ADPIC** Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio

**Art.** Artículo o artículos

**Bt** *Bacillus thuringiensis*.

**CDB** Convenio de diversidad biológica

**CEPAL** Comisión Económica para América Latina y el Caribe

**CONABIO** Comisión nacional de bioseguridad

**CONACYT** Consejo nacional de Ciencia y Tecnología

**FAO** Organización de Alimentos y Agricultura de las Naciones Unidas

**IEPI** Instituto ecuatoriano de propiedad intelectual

**INGENIOS** Código orgánico de la economía social de los conocimientos, creatividad e innovación

**JUNAPLA** Junta Nacional de Planificación

**MAE** Ministerio del Ambiente

**OECD** Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

**OGM** Organismos genéticamente modificados

**OMC** Organización mundial de Comercio

**PI** Propiedad intelectual

**RFGAA** Recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura.

**SENACYT** Secretaria nacional de ciencia y tecnología

**SENADI** Servicio nacional de derecho intelectual

**SENESCYT** Secretaria nacional de ciencia, tecnología y saberes ancestrales

**SENPLADES** Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo

**UPOV** Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales

**OMPI** Organización mundial de propiedad intelectual

**GII** Ranking mundial sobre el desarrollo de innovación

**NGS** Next generation sequencing

**ESU** Unidades Evolutivamente Significativa

## **RESUMEN**

En Ecuador, desde la firma del convenio de diversidad biológica en 1992, se ha contemplado a la biotecnología dentro de la normativa nacional, sin embargo por un desconocimiento tanto de la población como por los legisladores, se han elaborado políticas públicas sin base en evidencia científica, sino por la influencia de grupos con pensamientos anti-OGMs. Es así que dentro de las leyes de propiedad intelectual del código INGENIOS se presentan vacíos legales, prohibiciones al desarrollo de la biotecnología en el artículo 401 y a la propiedad intelectual de los recursos genéticos en el artículo 402 de la constitución del 2008. El resultado ha sido un bajo desarrollo industrial, económico, en innovación tecnológica y en la creación de políticas públicas, afectando principalmente a los profesionales de biotecnología, obligándolos a emigrar a lugares con un mejor entorno científico y político u obligándolos a desistir de seguir en esta ciencia. Además al presentarse otros problemas como deficiencias en la salud pública; vulneración a la protección de pueblos, comunidades y sus saberes ancestrales y a los recursos genéticos. La investigación busca presentar bajo evidencia la necesidad de una reforma a la Constitución ecuatoriana y proponer un cambio dentro de la misma.

### **Palabras clave:**

- **LEGISLACIÓN**
- **BIOTECNOLOGÍA**
- **REFORMA**

## **ABSTRACT**

In Ecuador, since the signing of the CBD in 1992, biotechnology has been contemplated within the national regulations, however, due to a lack of knowledge of both population and legislators, public policies have been made without any scientific evidence base, but due to the influence of groups with anti-GMO thoughts. Thus, within the laws there are legal loopholes, prohibitions to the development of biotechnology in article 401 and to the intellectual property of genetic resources in article 402 of ecuatorian 2008 constitution, resulting in a low industrial and economic development, in technological innovation and in the creation of public policies, affecting mainly the professionals of this branch, forcing them to emigrate to places with a better scientific and political environment or forcing them to desist from continuing in this science. In addition to other problems such as deficiencies in public health; violation of the protection of peoples, communities and their ancestral knowledge and genetic resources. Therefore, the purpose of this research is to present under evidence the need for a reform of the Ecuadorian Constitution and to propose a change in it.

### **Key words:**

- **LEGISLATION**
- **BIOTECHNOLOGY**
- **REFORM**

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Formulación del Problema

Ecuador muestra contradicciones en su normativa respecto a la biotecnología; por un lado, en la Constitución del 2008 presenta a esta como una “ciencia mala”, dando prohibiciones al desarrollo y a la obtención de propiedad intelectual e industrial sobre las invenciones que tienen base en los recursos genéticos del país; y, por otro lado, a través de planes estratégicos, busca impulsar un desarrollo social y económico sustentable teniendo como base bioprocesos y los descubrimientos tecnológicos. A esto hay que sumarle una serie de incumplimientos en tratados internacionales donde lo que se busca es la formulación de políticas públicas para elevar a la biotecnología como un sector estratégico; pero debido al desconocimiento presentado de esta ciencia se pierden muchas oportunidades, especialmente en la inversión extranjera y del sector privado, la cual es baja o nula. Además por la falta de la demanda de la tecnología nacional, se da una fuga de conocimiento por parte de los profesionales quienes buscan un crecimiento académico y económico en otros países con normativa más flexible, lo que le representa al país un gasto formando científicos para ser aprovechados por otras naciones. Por ello, resulta necesaria una reforma al articulado de la Constitución que permita la integración de la biotecnología en sectores como salud pública e industria privada, generando no solo empleo, sino también un mayor avance tecnológico y una mejor calidad de vida para los integrantes de la población ecuatoriana.



## 1.2. Justificación del Problema

Ecuador es considerado por el Programa de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente como un país Megadiverso. Debido a su extensión, se lo considera como el país con mayor diversidad biológica por metro cuadrado. Por esta razón, resulta de gran importancia nacional el cuidado y conservación a la naturaleza, llegando incluso a ser considerada como un sujeto de derechos.

En la constitución del 2008 del Ecuador, se presenta una ambigüedad en cuanto a los avances de la biotecnología; por un lado, se reconoce como un derecho el goce de los beneficios y aplicaciones del progreso científico (Art. 25) y con la finalidad del desarrollo de tecnologías que impulsen la producción, eleven la productividad y mejoren la calidad de vida de los habitantes (Art.385); y, por el otro lado, se tiene una prohibición en la aplicación de la biotecnología experimental (Art. 401) y no se reconocen los derechos de propiedad intelectual sobre recursos genéticos de la biodiversidad ecuatoriana (Art. 322). Aquí mismo, al ser el artículo 25 un derecho constitucional, se está violentando los principios descritos en el artículo 11 donde se expresa que ninguna norma jurídica podrá restringir el contenido de los derechos y que el estado adoptará medidas a favor de los grupos con desigualdad (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Se le suman varios convenios internacionales firmados como el Convenio de Diversidad Biológica y todos aquellos derivados del mismo como el Protocolo de Cartagena y el Protocolo de Nagoya, entre otros.

A pesar de las prohibiciones, el gobierno ha reconocido la importancia de esta ciencia y se han implementado metas en Ecuador sobre un cambio de matriz productiva donde se quiere utilizar los recursos genéticos para dejar de tener una economía basada en recursos primarios, principalmente agrícolas; y, por medio de las nuevas tecnologías llegar a una denominada “Bioeconomía” (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2017) que pueda ayudar no solo a sectores vulnerables, sino también mejorar la calidad de vida de las personas (Ministerio del Ambiente, 2016).

También en los varios de los convenios antes mencionados, se declara la importancia para el cuidado de la naturaleza y la biodiversidad que esta ciencia puede brindar y se promueve la creación de políticas para impulsar a la biotecnología y lograr un desarrollo social y económico.

Sin embargo existen muchas limitantes para su desarrollo en el país, siendo estos: un candado constitucional detallado en los artículos antes expuestos, falta de reconocimiento de derechos intelectuales e industriales para la gran mayoría de los proyectos presentados, libre intercambio y multiplicación de los productos de origen vegetal, acuerdos bilaterales con otros países donde, si es necesario para sus intereses comerciales o económicos, pueden hacer uso de los recursos genéticos del Ecuador, entre otros.

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Determinar la influencia de la legislación ecuatoriana en la Biotecnología del país, con un enfoque social, político y económico.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Recopilar información sobre la situación actual del país referente a la Biotecnología.
- Identificar las necesidades y dificultades que presentan los estudiantes y profesionales en el ejercicio de su profesión, por falta de oportunidades y apoyo de la legislación del Ecuador.
- Demostrar la necesidad de una nueva reforma en la Constitución y la legislación ambiental en referencia a la biotecnología.
- Proponer un cambio a los artículos 401 y 402 de la constitución del Ecuador.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Marco Referencial

#### 2.1.1. Biotecnología

La etimología de la palabra viene de dos vocablos griegos; *Bíos*, que se relaciona con la vida y *Technikos*, conocimiento o habilidad humana por lo que se podría entender como el conocimiento o la habilidad relacionada con la vida (Brankov & Lovre, 2018).

A pesar de esto, no existe una sola definición de biotecnología, ya que varía según la utilidad y el campo desde el cual esté enfocado.

Según la Organización de Alimentos y Agricultura de las Naciones Unidas (FAO, 2020), la biotecnología abarca una amplia gama de tecnologías utilizadas para la caracterización, conservación y utilización de los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura.

Para la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, 1992) es: “La integración de las ciencias naturales y las ciencias de la ingeniería para lograr la aplicación de organismos, células, partes de los mismos y análogos moleculares para productos y servicios.”

En Ecuador, Según el Código Orgánico del Ambiente del 2017, se define a la biotecnología como “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.”

De igual manera, en este mismo código, se define a la biotecnología moderna como “Se entiende la aplicación de técnicas in vitro de ácido nucleico, incluidos el ácido desoxirribonucleico recombinante y la inyección directa de ácido nucleico en células u orgánulos, o la fusión de células más allá de la familia taxonómica, que superan las barreras fisiológicas naturales de la reproducción o de la recombinación y que no son técnicas utilizadas en la reproducción y selección tradicional.”

Para fines de este trabajo investigativo, se entenderá a la biotecnología como: “La utilización y transformación de los recursos genéticos, incluidos los saberes ancestrales que hagan uso de los mismos, por medio del conocimiento científico para fines comerciales lucrativos o no lucrativos”

### **2.1.2. Clasificación de la Biotecnología**

Según una línea temporal, la biotecnología se clasifica en tres generaciones; aunque algunos autores sugieren que se está viviendo una cuarta generación con el desarrollo de la bioinformática y la nanotecnología

Según el área, la biotecnología se clasifica con colores. Varios autores reconocen como principales a cinco tipos:

- Roja o humana, la cual se relaciona con el desarrollo de medicamentos o terapias nuevas para tratar enfermedades en personas.
- Gris o ambiental, dedicada a tratar problemas de contaminación o de gestión de residuos por medio de microorganismos o derivados de los mismos como enzimas.
- Verde o de las plantas, dentro de esta se trata de mejorar las plantas por técnicas tradicionales (cruce y selección) o modernas (modificación genética) para hacerlas resistentes a plagas o condiciones ambientales y aumentar la producción agrícola.
- Azul o marina, dedicada a la preservación y a la explotación de recursos marinos
- Blanca o industrial, se especializa en la creación de bioprocesos, procesos de fermentación, producción de nuevos materiales y creación de biocombustibles.

Adicionalmente se reconocen a la gris o ambiental (Brankov & Lovre, 2018), a la violeta o relacionada con aspectos legales, la dorada o Bioinformática, la anaranjada o dedicada a la difusión científica, la negra dedicada a tratar y prevenir el bioterrorismo, entre otras.

### **2.1.3. Organismos genéticamente modificados**

Se puede entender a los organismos genéticamente modificados como cualquier organismo en el cual se altere el material genético de una forma que no ocurra por recombinación natural (Fernández & Van der Meulen, 2017).

Aunque se piensa que los OGMs son solo transgénicos, existe una variedad de métodos para modificar organismos:

- Mutagénesis: consiste en la utilización de agentes químicos o de radiación para obtener mutaciones al azar y seleccionar el resultado deseado.
- Poliploidía: es el aumento de número de cromosomas en un individuo, generalmente plantas, lo cual afectara a su reproducción.
- Unión de protoplastos: es la unión de células de diferente especie pero cercanas para obtener individuos nuevos con características deseadas de ambos progenitores (Katirae, 2017).
- Transgénesis: Se entiende a la transgénesis como material biológico al cual se le ha introducido una o más secuencias de material nucleico por medios artificiales. En animales esto ocurre en un ovulo fecundado o un embrión en formación y en plantas en diferentes tejidos (NIH, 2020).
- Edición del genoma: utilización de enzimas para modificar el material genético (Katirae, 2017).

#### **2.1.4. Bioeconomía**

Se entiende a la bioeconomía como la creación de productos biológicos renovables y una serie de pasos para convertirlos junto a sus desperdicios en productos con valor agregado como biomasa, alimento para animales y humanos, bioenergía (Carus, 2018).

A nivel mundial, existen tres tipos de visión referente a la bioeconomía:

- Visión de la Biotecnología: Visión tomada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD), se basa en el desarrollo de la biotecnología para la creación de nuevas plazas de trabajo y con ello, un desarrollo económico asumiendo una mejora en los aspectos ambientales y cambio climático. El aspecto más importante de esta visión es la creación y desarrollo del conocimiento científico, el cual permitiría la transformación de materia orgánica en productos de interés como bioplásticos, biopolímeros, biocombustibles, entre otros para volverlos a

comercializar, con ello una vez creadas las tecnologías, se espera que el siguiente paso sea la capitalización de la misma.

Al utilizar los desperdicios biológicos provenientes de industrias y hogares, y al ser una tecnología que se aplica por medio de bioprocesos, dentro de esta visión, se considera una conversión total por lo que la cantidad de residuos se estima como ínfima o nula.

- **Visión de los Bio-recursos:** Adoptada por la comisión europea, se basa en el crecimiento económico y la sustentabilidad. Dentro de ella, se utiliza el concepto de utilización de la biomasa en procesos en cascada, la cual consiste en utilizar el efluente de un proceso para empezar uno nuevo y al final obtener pocos o nulos desperdicios de todos los procesos. En esta visión, se espera que al aplicar las tecnologías de utilización de recursos, se logre un crecimiento económico en el proceso.
- **Visión de la Bio-ecología:** Esta visión se basa en la sustentabilidad solamente, sin importar un desarrollo económico y plantea la utilización de una economía circular, es decir reciclar y reutilizar tanto como sea posible y que el último paso sea la producción de energía. Esta visión se basa en la formación de grupos locales donde se desarrollara la actividad económica, agrícola y de utilización de los recursos (Bugge, 2016).

### **2.1.5. Propiedad intelectual**

La propiedad intelectual (PI), es un conjunto de derechos legales concedidos a las creaciones de la mente producto de la actividad intelectual en los campos industrial, científico, literario y artístico (OMPI, 2004).

Para fines de esta investigación, solo se tomaran los conceptos de propiedad industrial, patente, secreto industrial, derecho de obtentor y derecho de autor del amplio abanico de los derechos de propiedad intelectual.

#### **2.1.5.1. Derecho de autor**

Comprenden los derechos relacionados con las áreas de literatura, arte y ciencia en donde al creador se lo denomina “autor”. No se confiere protección a las fórmulas matemáticas (OMPI, 2004).

#### **2.1.5.2. Propiedad industrial**

Se contemplan los derechos relacionados con las invenciones y los diseños que puedan utilizarse dentro de las industrias. Además, se tienen las leyes de competencia desleal (OMPI, 2004).

#### **2.1.5.3. Patente**

La patente es un documento legal asignado por un gobierno sobre una invención, dicha invención sirve como solución para un problema. Se la confiere al dueño de la patente y le da la facultad de hacer uso o asignar a otro para que haga uso comercial del mismo. Tiene una duración de 20 años (OMPI, 2004).

#### **2.1.5.4. Secreto industrial**

Se entiende por secreto industrial, cualquier conocimiento no divulgado por el cual una empresa puede tener una ventaja competitiva frente a otras. Dicho conocimiento, no debe ser de dominio público, ni compartido con terceros (OMPI, 2004).

#### **2.1.5.5. Derecho de obtentor**

El derecho de obtentor es un documento legal conferido a fitomejoradores en el cual se confiere al autor (obtentor) el derecho de permitir a otros, el uso, multiplicación o cultivo de una especie vegetal distinta a las silvestres y genéticamente homogénea. Tiene una duración de 15 a 25 años dependiendo de la especie utilizada (OMPI, 2004).

#### **2.1.5.6. Descubrimiento científico**

Se entiende como descubrimiento, a la descripción de un fenómeno de la naturaleza por medio de la investigación científica. Dicho descubrimiento no está sujeto a propiedad intelectual (OMPI, 2004).



## **CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. Historia de la biotecnología en Ecuador**

#### **3.1.1. Revisión Bibliográfica**

Se tomó como referencia en su mayoría libros, acuerdos y tratados internacionales firmados desde 1969, con un criterio de inclusión que traten temas de ciencia y tecnología, innovación, propiedad intelectual, diversidad biológica y biotecnología.

Adicionalmente, se tomaron como referencia a la Constitución del Ecuador de los años 1998 y 2008, códigos y normas adoptados por Ecuador relacionados directa o indirectamente con la aplicación de la biotecnología, propiedad intelectual de la biodiversidad y agro-biodiversidad.

#### **3.1.2. Revisión webográfica**

Se tomaron como referencia sitios web de organizaciones internacionales reconocidas con un criterio de inclusión que presenten temas de importancia respecto a innovación tecnológica, propiedad intelectual y análisis económico relacionado con biotecnología. Así como sitios web de instituciones gubernamentales con un criterio de inclusión de propiedad intelectual, legislativo y económico relacionado con esta ciencia.

### **3.2. Situación actual**

#### **3.2.1. Revisión Bibliográfica**

Para la situación actual, se tomó como referencia en su mayoría artículos científicos y libros del periodo de 2015-2021, con un criterio de inclusión que traten temas de biotecnología, o que se relacionen con ella, en los aspectos social, económico y legislativo.

Adicionalmente, se tomaron como referencia a la Constitución del Ecuador de los años 1998 y 2008, códigos, normas y convenios internacionales vigentes firmados por Ecuador relacionados directa o indirectamente con la aplicación de la biotecnología, propiedad intelectual de la biodiversidad y agro-biodiversidad.

### **3.2.2. Revisión webográfica**

Se tomaron como referencia sitios web de organizaciones internacionales reconocidas con un criterio de inclusión que presenten temas de importancia respecto a agricultura, propiedad intelectual y análisis económico relacionado con biotecnología. Así como sitios web de instituciones gubernamentales con un criterio de inclusión de propiedad intelectual, legislativo y económico relacionado con esta ciencia.

### **3.2.3. Encuesta**

Se realizó una encuesta en la plataforma Google Forms, constando de 10 preguntas relacionadas a la concepción de la biotecnología en Ecuador.

Se difundió por medios digitales al público en general por medio de terceras personas para evitar la influencia de un círculo cercano.

Se permitió las respuestas por dos semanas (14 días) con difusión continua.

### **3.2.4. Análisis estadístico.**

Concluido el periodo permitido, se colectaron los datos y se utilizó gráficos de barras y gráficos de pastel para representar los resultados. Finalmente se interpretaron los resultados.

## **3.3. Necesidad de una reforma de Ley.**

### **3.3.1. Revisión Bibliográfica.**

Se tomó como referencia en su mayoría artículos científicos y libros del periodo de 2015-2021, con un criterio de inclusión que traten temas de biotecnología, o se relacionen con ella, en los aspectos social, económico y legislativo.

Adicionalmente, se tomaron como referencia a códigos, normas y convenios internacionales vigentes adoptados por Ecuador relacionados directa o indirectamente con esta ciencia y entren en conflicto con los artículos de la constitución mencionados.

### **3.3.2. Revisión webográfica.**

Se tomaron como referencia sitios web de organizaciones internacionales reconocidas con un criterio de inclusión que presenten temas de importancia respecto a

agricultura, propiedad intelectual y análisis económico relacionado con biotecnología. Así como sitios web de instituciones gubernamentales con un criterio de inclusión de propiedad intelectual, legislativo y económico relacionado con esta ciencia.

#### **3.4. Propuesta de una reforma de Ley.**

Se tomó como referencia el formato propuesto por el “Manual de técnica legislativa” de la asamblea nacional del Ecuador teniendo la siguiente estructura:

- Exposición de motivos.
- Considerandos.
- Reforma con sus artículos propuestos.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Historia de la Biotecnología en Ecuador

La biotecnología, a pesar de ser una de las ciencias más antiguas y utilizadas por la humanidad, no ha sido conocida sino desde hace poco menos de dos siglos con el desarrollo de la microbiología por parte de Louis Pasteur (Mosier & Ladisch, 2009).

Uno de los hitos más importantes de esta ciencia previo al desarrollo de la ingeniería genética, fue la denominada edad dorada de la microbiología industrial con el descubrimiento de la penicilina por Alexander Fleming y la posterior producción a escala industrial por parte de una colaboración entre universidades y empresas. Con ello, no solo se logró salvar numerosas vidas en la primera guerra mundial, sino que también se desarrollaron varios tipos de bioprocesos para la obtención de metabolitos primarios y secundarios, además de que abrió la puerta para el desarrollo de un nuevo tipo de comercio (Scheper, 2000).

Actualmente, se habla de la etapa moderna de la biotecnología, la cual consiste en la modificación de organismos vivos para producir organismos genéticamente modificados y utilizarlos en escala industrial. Esta etapa se caracteriza por un cambio a nivel mundial en la comercialización de bioproductos en las áreas de alimentación, agrícolas y farmacéuticas con ventas de billones o hasta trillones de dólares por año (Mosier & Ladisch, 2009).

#### 4.1.1. Primera Etapa: Etapa de descubrimiento

Esta etapa comprende desde 1973 hasta 1992 con la firma del convenio de diversidad biológica (CDB).

Antes de 1973, el desarrollo en ciencia y tecnología nacional era nulo; los avances científicos se concentraban en instituciones educativas y centros de investigación que designaban fondos propios para elevar pequeños proyectos.

Adicionalmente, los requerimientos tecnológicos se veía acaparados por importaciones desde el extranjero y por la falta de una demanda local ya que las industrias de ese entonces (en su mayoría dedicadas a la agricultura) carecían de la necesidad de una mayor innovación (Herrera, 2017).

En 1973 tras el boom petrolero y con la bonanza económica, Ecuador bajo la dictadura militar del General Rodríguez Lara y en concordancia con el acuerdo de Cartagena de 1969, que buscaba un desarrollo industrial y económico de los países miembros tras políticas de comercio y desarrollo tecnológico (Acuerdo de Cartagena, 1969); trata de volverse un país no dependiente de la explotación de materia prima y las importaciones, por lo que se implementa el “Plan Integral de Transformación y Desarrollo 1973-1977” en el cual se reconoce la importancia de la ciencia y la tecnología para el desarrollo económico y social de una nación. Por ello en este año se crea la división de ciencia y tecnología de la Junta Nacional de Planificación (JUNAPLA) (Bonilla, 2011).

Siguiendo las necesidades del gobierno, se dan dos acontecimientos importantes en cuanto a políticas de ciencia y tecnología; el primero la ampliación de centros educativos militares y apertura a la formación de nuevos profesionales civiles y el segundo la asignación de recursos públicos para la infraestructura de centros de investigación en universidades (Herrera, 2017).

Sin embargo, como se contemplaron pequeños sectores a los cuales iba dedicada la aplicación de tecnologías como el agrícola, bananero y florícola; lo que se logro fue que Ecuador se volviera dependiente de importaciones, no solo de maquinaria, sino también de otras materias primas y se creó un monopolio que afecto a pequeños productores especialmente de bananeras (Herrera, 2017).

Posteriormente en 1979, con el decreto supremo 3811, se crea el consejo nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) para ejecutar la ley del sistema nacional de ciencia y tecnología (Bonilla, 2011).

Por otro lado, Ecuador desde el año 1989, llega a ser considerado como un país Megadiverso, el primero en densidad por su extensión, por lo cual se toma conciencia respecto a los recursos biológicos y como protegerlos.

#### **4.1.2. Segunda Etapa: Etapa de surgimiento**

En 1992, con la creación del CDB y su posterior aplicación en 1993, se reconocen como propiedad del país a los recursos genéticos de cada nación, este convenio además, se crea la necesidad de la protección a la biodiversidad y se implementa la importancia de la biotecnología para el cumplimiento de los objetivos planteados en el acuerdo (CDB, 1993). Fruto del CDB, y reconociendo que la biotecnología puede causar daños a la diversidad biológica, en 1994, Ecuador forma parte del centro internacional de ingeniería genética y biotecnología, donde se tratan entre otros temas, el uso sostenible de los recursos genéticos, medidas de bioseguridad y bioética y asesoramiento técnico para la creación de políticas públicas.

En ese mismo año, y tras la deficiente aplicación del concurso de proyectos en ciencia y tecnología de 1991, se crea la secretaria nacional de ciencia y tecnología (SENACYT) buscando la integración de las instituciones gubernamentales con las universidades, escuelas politécnicas y empresas. En 1996, se da el primer concurso de ciencia y tecnología. Es justamente en este periodo que se dotan de equipos e infraestructura, además se proporcionan becas para el desarrollo en ciencia y tecnología en el país (Bonilla, 2011).

Por otro lado, en materia de propiedad intelectual, el 21 de enero de 1996 Ecuador pasa a formar parte de la Organización mundial de Comercio (OMC) y firma el Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC) suscrito en 1994, dentro del cual en el Art. 27, se reconoce como materia patentable, a microorganismos, plantas y animales obtenidos por procedimientos no convencionales y microbiológicos y a todas las obtenciones vegetales (OMC, 1994).

Adicionalmente, en 1997, Ecuador pasa a ser parte de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV), donde se reconoce el derecho de propiedad intelectual sobre las nuevas especies vegetales, por cualquiera sea el método; tradicional o no tradicional; similar al derecho de autor. Esto con el fin de fomentar la creación de nuevas plantas.

En 1998, con la constitución de Sangolquí y conforme a los tratados mencionados, se hace clara la importancia de la conservación de la diversidad biológica, que en su Art. 89, se menciona por primera vez a los OGMs, donde se regula su uso, experimentación, comercialización e importación. Además, en temas de propiedad intelectual, se hace mención al ADPIC como legislación vigente (Constitución del Ecuador, 1998). Fruto de la modificación a la constitución, se crea el instituto ecuatoriano de propiedad intelectual (IEPI) y la Ley de propiedad intelectual en donde se hace nuevamente, clara referencia a lo descrito en la ADPIC, con la diferencia de que para obtenciones vegetales se utiliza lo estipulado dentro de la UPOV, con el certificado de obtentor (Ley de propiedad intelectual, 1998).

El 12 de enero del año 2000, un grupo de campesinos y ambientalistas frente al puerto de Guayaquil evitaron el ingreso de la embarcación Frina que tenía un cargamento de soja destinada como alimento para ganado; esta intervención fue realizada con un Juez de lo civil, el cual dicto una investigación del cargamento, dando como resultado que el cargamento era soja transgénica (Lucas, 2000).

En este mismo año, se crea la carrera de Ingeniería en biotecnología en la Escuela Superior Politécnica del Ejército, la primera en el Ecuador que se destinó a formar profesionales y llenar el vacío presentado en esta área (Carrera, 2019).

Para 2002, Ecuador forma parte del grupo de países Megadiversos afines que se celebró en Cancún, con ello lo que se busca es brindar apoyo, especialmente económico, para la conservación de la biodiversidad de los países megadiversos, ya que la mayoría son países en vías de desarrollo. En 2003, Ecuador firma el protocolo de Cartagena que dicta una línea base en cuanto a bioseguridad para los organismos

genéticamente modificados con el fin de precautelar lo establecido en el CDB (PROTOCOLO DE CARTAGENA, 2000). Este mismo año, y con los precedentes del protocolo de Cartagena, se crea en INIAP, el Departamento Nacional de Recursos Filogenéticos y Biotecnología y en la ESPOL el Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador, el primero para desarrollar productos con el fin de cubrir las necesidades de la población en materia agrícola y el segundo para tratar temas de bioseguridad y posibles riesgos de las nuevas tecnologías. Adicionalmente, el MAE crea el Marco nacional de bioseguridad 2003-2006, que se extendería hasta el 2010 por el cambio a la constitución, siguiendo lo indicado en el protocolo de Cartagena y que busca precautelar los riesgos de la utilización, transporte y consumo de OGMs (MAE, 2010).

En 2004, bajo el marco de bioseguridad, se firma el Tratado internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura asegurando el libre intercambio de los agricultores en cultivos y semillas (Tratado internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura , 2000).

En 2006, continuando con la importancia de la ciencia y la tecnología como eje de desarrollo económico y social de un país, la SENACYT se presenta como una entidad de asesoría técnica para la Secretaria Nacional de Planificación y desarrollo (SENPLADES), siendo que para 2007, el plan propuesto de SENACYT forma parte del cumplimiento del plan de desarrollo humano de Ecuador 2007-2010. En el cual dentro de las políticas prioritarias, se establece a la biotecnología como una de ellas y que servirá para: *“rendimiento superior de los cultivos, reducción de pesticidas, ingeniería de alimentos, mejora en la nutrición, desarrollo de nuevos componentes para materiales, antibióticos, preservación de la vida, bioremediación ambiental, biocombustibles”* brindando una pauta para aplicar a los organismos genéticamente modificados en el sector agrícola (SENACYT, 2007). Además, teniendo como base la importancia de la biotecnología para el país, se crea el departamento nacional de biotecnología integrado



por parte de INIAP en 2008 como un departamento separado del anterior creado en 2003.

#### **4.1.3. Tercera Etapa: Etapa actual (Preventiva)**

La tercera etapa, empieza con la reforma a la constitución en 2008, donde se plantea el modelo del buen vivir, se conceden derechos a la naturaleza; e influenciado por grupos ambientales y campesinos, se incluye el Art. 401 declarando al Ecuador como un país libre de cultivos y semillas transgénicas y donde se prohíbe a la biotecnología riesgosa o experimental. Con ello, se deja el plan de desarrollo humano y se plantea el plan del buen vivir como un marco de desarrollo social, político y económico. En el 2009, se firma el primer plan del bien vivir que regiría hasta el 2013 en donde, en la sección de generación y distribución de riqueza, se menciona que el país al ser rico en recursos genéticos basaría el cambio de un modelo dependiente de explotación y exportación a el de transformación a sectores terciarios, con especial énfasis en las industrias bio y nano tecnológicas. También se plantea que la manera de preservar dichos recursos, es la creación de una “biopolis” con bancos de germoplasma, ADN y microorganismos (SENPLADES, 2009).

En 2009, se crea la Ley orgánica del régimen de la soberanía alimentaria con última reforma en 2010 dentro de la cual, se refuerza lo escrito en la constitución del 2008 en los art. 401 y 402 evitando la propiedad intelectual sobre recursos biológicos y saberes ancestrales y reafirmando al Ecuador como territorio libre de transgénicos (LEY ORGANICA DEL REGIMEN DE LA SOBERANIA ALIMENTARIA, 2010).

En 2010, se lleva a cabo la implementación del marco de bioseguridad de Ecuador 2010-2020 teniendo como autoridades competentes a los ministerios de ambiente, salud y agricultura, ganadería, acuicultura y pesca; así como a la SENESCYT y al INIAP como instituciones técnicas adscritas creándose la comisión nacional de bioseguridad (CONABIO) (MAE, 2016). Bajo este marco de bioseguridad, en 2016 se crearía el código orgánico de la economía social de los conocimientos,

creatividad e innovación (INGENIOS) (CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, 2017) y en 2017, el código orgánico del ambiente (CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE, 2017).

En octubre del 2010, se crea el Plan estratégico para el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología 2011-2020 el cual busca la creación de políticas sobre bioseguridad, para la correcta aplicación y la divulgación del protocolo de Cartagena en Ecuador. Además, Ecuador firma el Protocolo de Nagoya – Kuala Lumpur sobre responsabilidad y compensación suplementario al protocolo de Cartagena sobre seguridad de la biotecnología (MAE, 2016).

A partir del 2014, y bajo el reglamento sanitario sustitutivo de etiquetado de alimentos procesados para el consumo humano, se empieza a rotular en los empaques la frase “Contiene transgénicos” en aquellos productos que superen el 0,9% de los ingredientes con transgénicos y además, se debe detallar en la composición el material seguido de la palabra “transgénico” (MAE, 2016).

En el 2016, al implementarse el código INGENIOS bajo el marco nacional de bioseguridad, se elimina el IEPI y se crea el servicio nacional de derecho intelectual (SENADI), el cual está bajo la dirección de la SENESCYT para tratar los temas de la propiedad intelectual (CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, 2017).

En 2017, Ecuador firma el protocolo de Nagoya sobre acceso a los recursos genéticos y participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de su utilización y en este mismo año, bajo la orden de la presidencia, se permite el ingreso de semillas transgénicas para investigación.

Para 2018, un grupo de estudiantes de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, bajo la dirección del Dr. Francisco Flores, ingresa en el concurso internacional de biología sintética iGEM en Boston donde consiguen la medalla de plata para Ecuador.

En 2019, se implementa el reglamento al código del ambiente, en donde entre otras cosas, se busca crear una institucionalidad de las autoridades en materia de bioseguridad sobre OGMs.

## **4.2. Situación Actual**

Dentro de este capítulo, se entenderá por periodo actual el que comprende el último gobierno, es decir el periodo 2017- 2021 para lo cual se analizarán temas sociales como lo son la apreciación de las personas sobre esta ciencia y el personal ecuatoriano que ejerce la biotecnología; en el sector político, las leyes que rigen hasta la actualidad y que de una u otra manera están vinculadas a la biotecnología; y el sector económico temas relacionados con innovación y propiedad intelectual.

### **4.2.1. Sector Social**

#### **4.2.1.1. Apreciación de la biotecnología**

La opinión social se encuentra dividida a nivel mundial respecto a la biotecnología; por una parte se tiene la concepción de una ciencia buena que ha llegado a combatir problemas como la escasez de alimentos, la huella de carbono, enfermedades, entre otras; y por otro lado como una ciencia dañina pudiendo afectar la salud humana, el medioambiente, la biodiversidad y el acceso a los recursos (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2017).

De igual manera, la opinión de las personas se ve fuertemente influenciada por las políticas y restricciones respecto a los productos derivados de la biotecnología, tomando como ejemplo la opinión de los consumidores de Estados Unidos y de la Unión Europea. En Estados Unidos, se tiene una mayor aceptación por parte del gobierno a los productos modificados genéticamente, por lo que los agricultores y consumidores tienen una mayor aceptación; y, por otro lado, las autoridades de los países de la Unión Europea, tienen una actitud negativa frente a los productos transgénicos, y esto se refleja también en los consumidores que presentan un mayor rechazo (Lucht & Hohn, 2015).

A pesar del rechazo de las personas por los cultivos y el alimento proveniente de OGMs en países Europeos, se han hecho estudios de aceptación respecto a la

aplicación de biotecnología en curas para enfermedades mostrando valor mayor al 80% (Woźniak, Tyczewska, & Twardowski, 2020).

Otro ejemplo importante es el de China, el cual por medio de fondos públicos gastó 3,5 billones de dólares en el 2008 en el mejoramiento de cultivos por medio de plantas genéticamente modificadas, dando como resultado que el 93% del algodón producido en China sea transgénico con características de resistencia a insectos (Bt) y presentando certificados de bioseguridad para el maíz y arroz Bt con una aprobación para el consumo de más del 70% en la población. También se puede ver un 80% de la población confiada de sus científicos (Han, Zhou, & Liu, 2015).

En Ecuador, el MAE en 2008, bajo un programa de bioseguridad, realizó el estudio de la percepción pública referente a OGMs, biotecnología y bioseguridad en donde se encuestaron a 3200 personas dando los siguientes resultados:

De las preguntas relacionadas con la biotecnología: ¿Ha escuchado hablar de biotecnología?; ¿Usted tiene una imagen positiva o negativa de la biotecnología?; ¿Qué es para usted la biotecnología?

Resultados: 79.2% desconociendo la biotecnología y un 20.8% de la muestra que escuchó hablar de biotecnología. De ese 20.8%, el 98% tiene una imagen positiva de la misma y la definió como tecnologías modernas, técnicas de mejora de la vida y avances de la genética (14.8, 13.4 y 10.7% respectivamente) (MAE, 2008).

De las preguntas relacionadas con transgénicos: ¿Ha escuchado hablar de los transgénicos?; ¿Usted tiene una imagen positiva o negativa de los transgénicos?; ¿Qué es para usted los transgénicos?

Resultados: El 88% desconociendo a los transgénicos y el 12% habiendo escuchado de ellos. De este 12%, un 71.6% con una percepción positiva sobre los transgénicos y definiéndola principalmente como clonación de genes, dimensión de genes y manipulación genética (MAE, 2008).

De las preguntas relacionadas con los OGMs: ¿Ha escuchado hablar de los OGMs?; ¿Usted tiene una imagen positiva o negativa de los OGMs?; ¿Qué es para

usted los OGMs?, después de discutir sobre lo que son los OGMs ¿Qué imagen tiene usted de los OGMs, diría positiva o negativa?; ¿Ha consumido OGMs?; ¿Consumiría OGMs?; ¿Considera que es importante conocer acerca de OGMs?

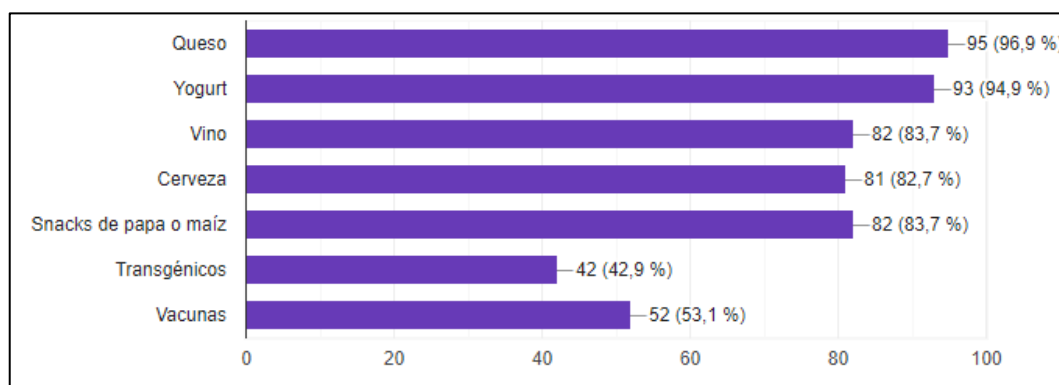
Respuestas: Antes de la discusión, el 76% de la población desconocía de los OGMs y el 24% ha escuchado hablar de los mismos. De este 24%, el 80.6% tiene una imagen positiva de los OGMs y lo definen como clonación, modificación y creación genética. Después de la discusión, el 65% de la población paso a tener una imagen positiva de los OGMs; el 30% indico que ha consumido OGMs y el 56% que consumiría OGMs. Para la pregunta final con un resultado alentador del 97% de la muestra señalando que es importante conocer acerca de los OGMs (MAE, 2008).

Así mismo, en una encuesta realizada a 98 personas sobre la percepción de la biotecnología en el país en 2020, se obtuvieron los siguientes resultados:

Pregunta 1. ¿Ha consumido alguno de estos productos?

### Figura 1

*Resultado de la pregunta ¿Ha consumido alguno de estos productos?*

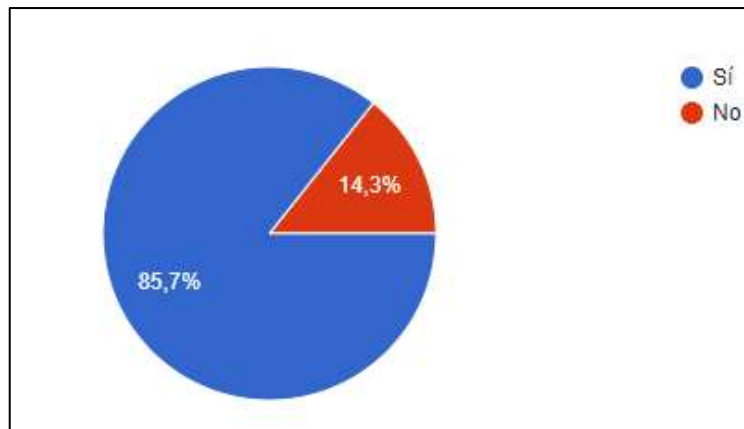


En esta pregunta, se puede observar como todas las personas han utilizado al menos un producto procedente de la biotecnología, siendo el más consumido el queso; Adicional a esto, al haber consumido snacks de papa o maíz (83,7%), en su mayoría han consumido transgénicos aunque se tiene un desconocimiento de los mismos (42,9%).

Pregunta 2. ¿Ha escuchado el término Biotecnología?

**Figura 2.**

Resultados de la pregunta *¿Ha escuchado el término Biotecnología?*

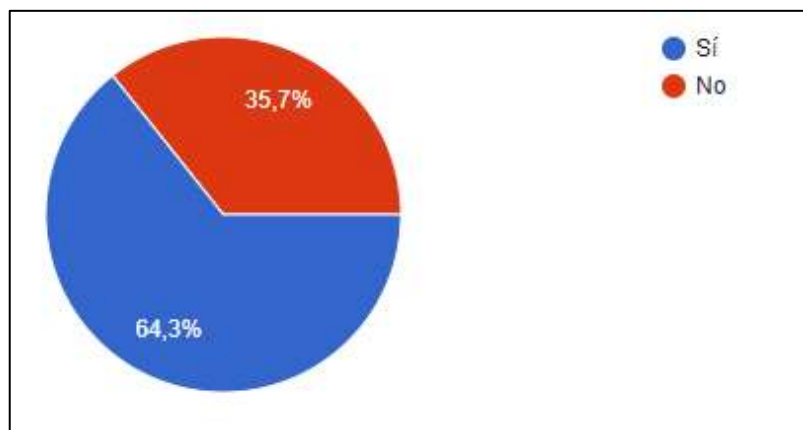


Se puede observar que la gran mayoría de las personas han escuchado el término Biotecnología (85,7%).

Pregunta 3. *¿Conoce usted qué es la Biotecnología?*

**Figura 3**

Resultados de la pregunta *¿Conoce usted qué es la Biotecnología?*

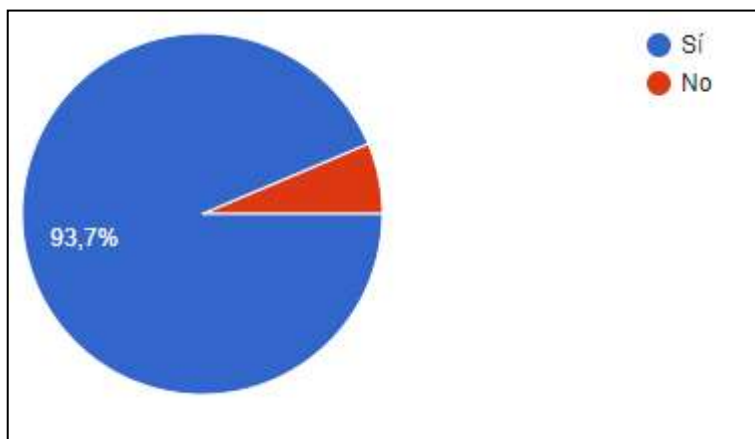


Contrario a lo expuesto en la anterior pregunta, se puede observar que no todas las personas que han escuchado de biotecnología conocen de ella, habiendo una reducción del 20,6%. Para la siguiente pregunta, se excluyeron a las personas que no conocen acerca de biotecnología (35,7%).

Pregunta 4. ¿Considera a la biotecnología como un beneficio para el ser humano y el medioambiente?

**Figura 4**

*Resultados de la pregunta ¿Considera a la biotecnología como un beneficio para el ser humano y el medioambiente?*

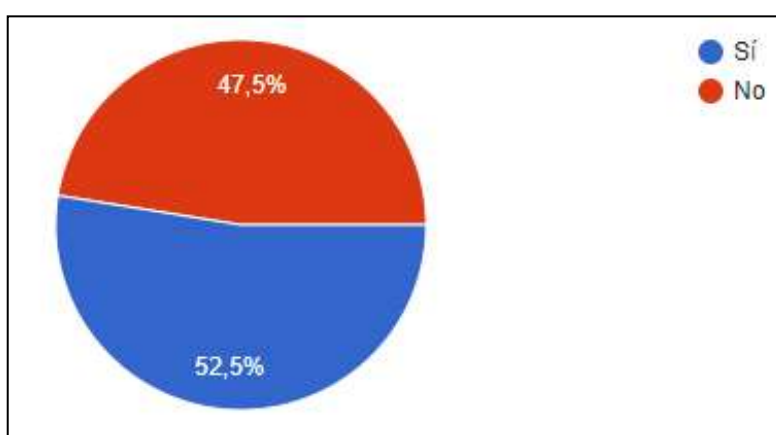


Del 64,3 % de la pregunta anterior, se puede observar que en su gran mayoría (93,7%) considera a la biotecnología como una ayuda para el ser humano y el medioambiente.

Pregunta 5. ¿Cree que en Ecuador se desarrolla la Biotecnología?

**Figura 5**

*Resultados de la pregunta ¿Cree que en Ecuador se desarrolla la Biotecnología?*



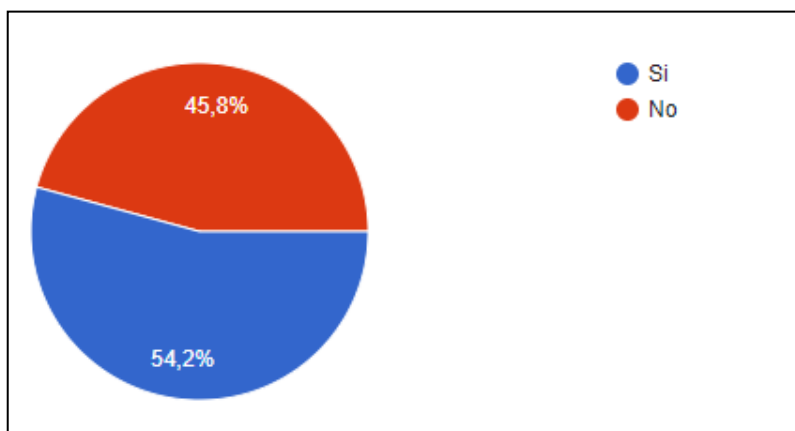
Alrededor de la mitad de las personas creen que en Ecuador si se desarrolla la biotecnología.

Pregunta 6. ¿Ha consumido algún producto derivado de la biotecnología?



**Figura 6**

Resultados de la pregunta ¿Ha consumido algún producto derivado de la biotecnología?

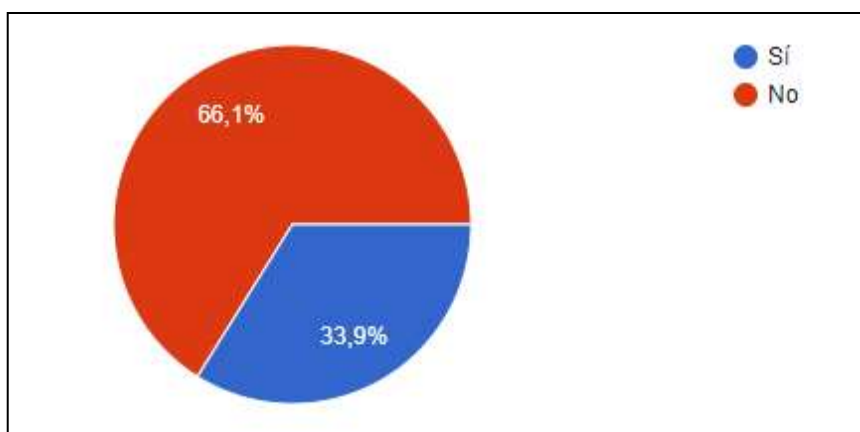


Alrededor de la mitad de las personas (45,8%) indica que no ha consumido productos derivados de la biotecnología.

Pregunta 7. ¿Conoce que en Ecuador existen prohibiciones para el desarrollo de la biotecnología a nivel de la Constitución?

**Figura 7**

Resultados de la pregunta ¿Conoce que en Ecuador existen prohibiciones para el desarrollo de la biotecnología a nivel de la Constitución?

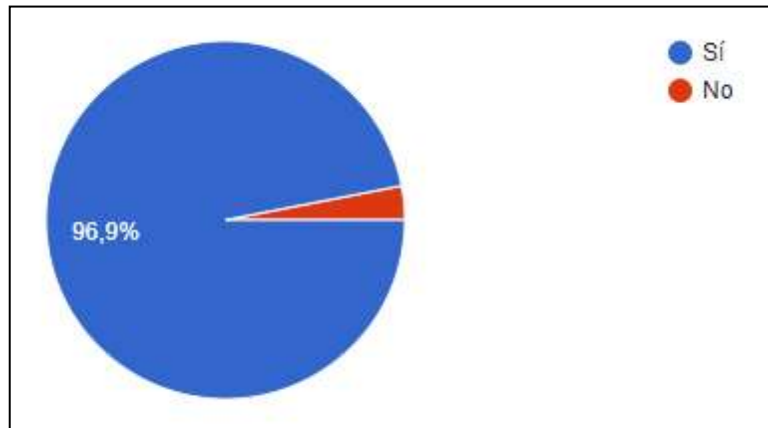


Con esta pregunta, se puede observar que cerca de la tercera parte de personas encuestadas desconocen que en Ecuador existe una prohibición a nivel de Constitución como lo es el artículo 401 y 402.

Pregunta 8. ¿Le interesaría conocer más acerca de la biotecnología y sus aplicaciones?

**Figura 8**

*Resultados de la pregunta ¿Le interesaría conocer más acerca de la biotecnología y sus aplicaciones?*

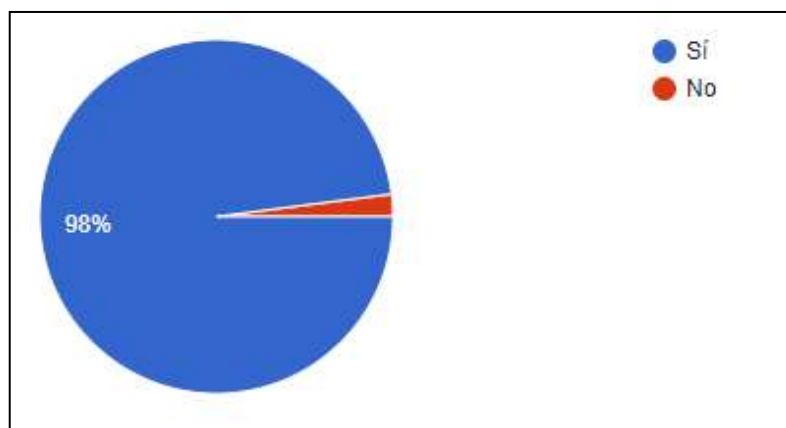


De esta pregunta, se puede obtener que la gran mayoría (96,9%) de las personas están interesadas en conocer acerca de biotecnología.

Pregunta 9. ¿Cree que se deberían realizar más proyectos para difundir a la Biotecnología?

**Figura 9**

*Resultados de la pregunta ¿Cree que se deberían realizar más proyectos para difundir a la Biotecnología?*

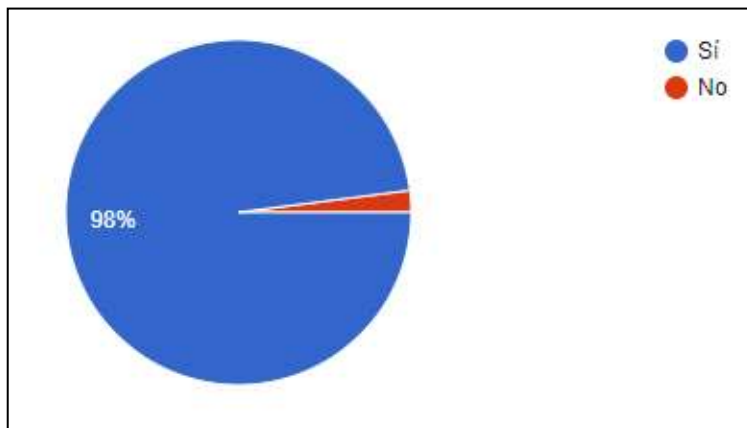


En esta pregunta se puede evidenciar el gran interés por parte de las personas en difundir a la biotecnología.

Pregunta 10. ¿Cree que se deberían presentar proyectos de ley para el desarrollo de la Biotecnología en el Ecuador?

**Figura 10**

*Resultados de la pregunta ¿Cree que se deberían presentar proyectos de ley para el desarrollo de la Biotecnología en el Ecuador?*



Aun cuando hay personas que no conocen de la biotecnología, o consideran esta ciencia como no beneficiosa para el ser humano, se tiene casi una totalidad de personas considerando que se deberían presentar proyectos de ley y con ello desarrollar a la biotecnología.

**4.2.1.2. Personal y centros relacionados a la biotecnología**

Para este apartado se tomó como referencia el informe sobre Actualización de información sobre Biotecnología, Organismos Genéticamente Modificados y Bioseguridad propuesto por el ministerio del ambiente del 2018.

Respecto a instituciones, se detectaron 28 las cuales hacen actividades relacionadas con la biotecnología, siendo de ellas 16 públicas (12 universidades y 4 centros de investigación) y 12 privadas (7 universidades y 5 empresas) (MAE, 2018). En cuanto a personal dentro de las mismas, se señalaron 106 profesionales repartidas entre universidades y centros de investigación. Resulta preocupante, que en las empresas privadas, no se encuentran profesionales de esta área.

La principal área de aplicación en Ecuador es la biotecnología vegetal, con especial mención al cultivo de tejidos vegetales y micropropagación; seguido de

aplicaciones relacionadas al medioambiente y agua (biorremediación). Esto se relaciona con el número de investigaciones en los centros públicos siendo el mayor el estudio de vegetales y en los proyectos de biotecnología aplicada, siendo el mayor el de biotecnología ambiental (MAE, 2018).

En cuanto a bioseguridad, más del 70% de los encuestados aseguro tener conocimiento en al menos un tema de bioseguridad (MAE, 2018); sin embargo, según la página de bioseguridad del MAE, solo existe un experto nacional en bioseguridad lo que resulta preocupante y no se encuentran detalles referente a los miembros ni al comité de bioseguridad planteado por el reglamento al código del ambiente del 2019 (MAE, 2020).

#### **4.2.2. Sector político**

En este capítulo, se detalla la normativa internacional y el *framework* político de los OGMs y biotecnología en Ecuador, así como de propiedad intelectual. Cabe mencionar además, que Ecuador presenta una normativa preventiva y no regulatoria por lo que la mayor parte de las políticas relacionadas con los temas mencionados sirven para prohibir la aplicación de esta ciencia o para mitigar los efectos negativos de la aplicación de la biotecnología; mas no para regular el proceso de investigación, producción y supervisión de OGMs.

##### **4.2.2.1. Políticas internacionales:**

- **Convenio de diversidad biológica.**

El más importante plan estratégico, que dejaría el primer indicio político sobre biotecnología en el Ecuador, firmado en el año de 1993, convirtiéndose así en el primer instrumento jurídico internacional orientado a crear medidas para la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes, y la participación justa y equitativa en los beneficios derivados de la utilización de los recursos genéticos, de igual forma, establece las bases para la seguridad de la biotecnología (CDB, 1993).

De este convenio se crearían más adelante más protocolos internacionales e impulsaría a la creación de políticas públicas en el país.

Fruto del mismo, en el 2002, en la declaración de Cancún se crea el “Grupo de Países Megadiversos Afines” en el cual Ecuador formó parte y que se relaciona con los intereses relacionados al CDB; se establece en el literal 1, sobre los objetivos propuestos, el literal F: *“Generar una mayor cooperación científica, técnica y biotecnológica, incluyendo el intercambio de expertos, la formación de recursos humanos y el desarrollo de capacidades institucionales para la investigación que sirvan para la valoración de bienes y servicios provenientes de la diversidad biológica y el desarrollo de la biotecnología, con la debida evaluación de riesgo y el principio de precaución en aquellos casos donde se requiera;”* (ONU, 2002)

- **Protocolo de Cartagena sobre la seguridad de la biotecnología.**

Aprobado en Montreal, puesto en vigencia en el año 2003 como un plan complementario por parte del CDB para el manejo y transporte de OGMs y firmado en Ecuador en el mismo año, se convierte en el segundo plan político internacional, y el principal instrumento jurídico que rige a los 110 países miembros, cuyo objeto del protocolo se encuentra descrito de la siguiente manera:

“... contribuir a garantizar un nivel adecuado de protección en la esfera de la transferencia, manipulación y utilización seguras de los organismos vivos modificados resultantes de la biotecnología moderna que puedan tener efectos adversos para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo también en cuenta los riesgos para la salud humana, y centrándose concretamente en los movimientos transfronterizos” (PROTOCOLO DE CARTAGENA, 2000).

Como se mencionó en el capítulo sobre la historia de la biotecnología, muchas políticas públicas, planes estratégicos y proyectos de ley surgen de la necesidad de implementar este protocolo y lo que se persigue en el mismo.

- **Tratado internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (RFGAA).**

Ecuador forma parte de este tratado desde el año 2004, en él se reconoce la valiosa contribución de los agricultores, se promueve la seguridad alimentaria, e impulsa políticas agrícolas equitativas que estimulan el mantenimiento de diversos sistemas de cultivo que beneficie la utilización sostenible de la diversidad agrobiológica y de otros recursos naturales, con la finalidad de fortalecer el desarrollo, erradicar el hambre y la pobreza en el mundo, proteger los conocimientos tradicionales, velar por la distribución justa y equitativa de sus beneficios y fortalecer la investigación.

Cabe mencionar que el Compromiso Internacional sobre los recursos fitogenéticos, fue el primer instrumento internacional referente a la conservación y utilización sostenible de los RFGAA, el cual fue aprobado por la Conferencia de la FAO en el año de 1983. Posteriormente en 1995, la Conferencia decidió extender el mandato de la Comisión de Recursos Fitogenéticos, con la finalidad de incluir todos los componentes de la biodiversidad de interés para la alimentación y la agricultura, así como también establecer políticas, programas y actividades de la FAO en la esfera de los recursos genéticos de interés para la alimentación y la agricultura, con inclusión del Compromiso (Tymowski, 2008).

El Artículo 1 del Compromiso Internacional sobre Recursos Fitogenéticos, establece el objetivo del Compromiso Internacional, el mismo que se encuentra descrito de la siguiente manera:

“Asegurar la prospección, conservación, evaluación y disponibilidad, para el mejoramiento de las plantas y para fines científicos, de los recursos fitogenéticos de interés económico y/o social, particularmente para la agricultura. El presente Compromiso se basa en el principio aceptado universalmente de que los recursos fitogenéticos constituyen un patrimonio de la humanidad y de que, por lo tanto, su disponibilidad no debe estar restringida”. En el Compromiso, los recursos fitogenéticos se definían como “el material de reproducción o de propagación vegetativa de las siguientes clases de plantas: i) variedades cultivadas (cultivares) utilizadas actualmente y variedades recién obtenidas; ii) cultivares en desuso; iii) cultivares primitivos

(variedades locales); iv) especies silvestres y de malas hierbas, parientes próximos de variedades cultivadas; v) materiales genéticos especiales (entre ellas las líneas y mutantes selectos y actuales de los mejoradores)” (Tratado internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura , 2000).

- Protocolo de Nagoya.

Implementado desde 12 de Octubre del 2014, y Ecuador firmando este protocolo en 2017, busca impulsar el tercer objetivo del CDB, sobre la participación justa y equitativa en los beneficios derivados de la utilización de recursos genéticos, al proporcionar seguridad y transparencia jurídica tanto para los proveedores como para los usuarios de recursos genéticos, las cuales incluyen obligaciones para los requisitos reglamentarios nacionales de los países de origen de los recursos genéticos y obligaciones de cooperación mutua (ONU, 2011).

Cabe señalar que estas disposiciones relacionadas con el cumplimiento de leyes y requisitos establecen condiciones más óptimas ya que persigue una distribución justa de los beneficios derivados del uso de los recursos genéticos y conocimientos ancestrales, además propone condiciones para el reparto de los beneficios con el consentimiento previo y los términos mutuamente acordados. De igual manera el protocolo de Nagoya proporciona disposiciones para el acceso a los conocimientos tradicionales de los pueblos indígenas y de las comunidades locales, cuando dichos conocimientos se encuentren relacionados con recursos genéticos.

“...referente al acceso a los conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas y locales cuando dichos conocimientos están relacionados con recursos genéticos fortalecerán la capacidad de esas comunidades para beneficiarse del uso de sus conocimientos, innovaciones y prácticas” (ONU, 2011).

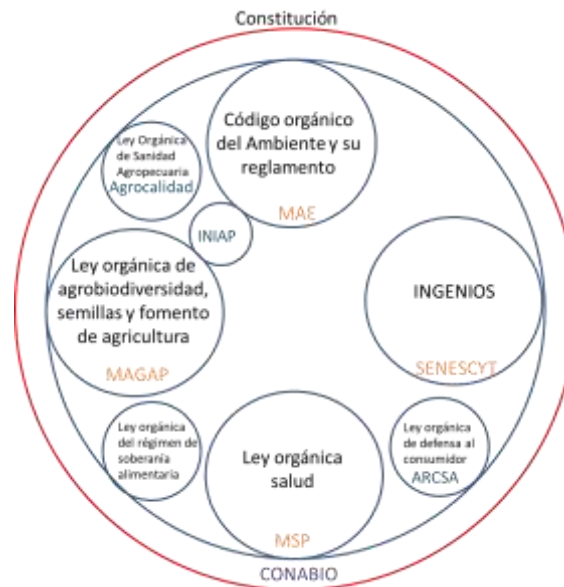
#### **4.2.2.2. Estructura legal ecuatoriana referente a biotecnología**

Como se mencionó en el primer capítulo, Ecuador cuenta con el CONABIO conformado por el MAE, MAGAP, SENESCYT, MSP; a esto debe sumarse las

instituciones adscritas a las mismas como lo son AGROCALIDAD, ARCSA, subsecretarías, ministerios, entre otros; con diferente normativa en cada uno de ellos. En esta sección se detallarán las normas nacionales vigentes que rigen sobre la biotecnología en Ecuador.

### Figura 11

*Estructura legal ecuatoriana para biotecnología, bioseguridad y OGMs*



- **Constitución del Ecuador del año 2008.**

La Constitución del Ecuador del 2008 es la norma jurídica suprema del Ecuador, dentro de la misma se reconoce la importancia de la ciencia y se plantea a la naturaleza como un sujeto de derechos. Esto afecta la aplicación de la biotecnología por poder atentar en contra de la naturaleza y en conceder derechos de propiedad intelectual sobre recursos genéticos.

Capítulo segundo: derechos del Sumak Kawsay

En la sección segunda (Ambiente sano) y en la sección cuarta (Ciencia y cultura) se establece la importancia del desarrollo de la ciencia y nuevas tecnologías que sirvan para la conservación ecológica y ambiental, la preservación de los recursos genéticos y la prevención del daño al medioambiente (Art.15). Así como también se menciona el



derecho a gozar de los beneficios derivados del desarrollo de estas nuevas tecnologías (Art.25).

Capítulo séptimo: Derechos de la naturaleza.

Ecuador es el único país a nivel mundial que reconoce a la naturaleza o Pacha Mama como un sujeto derechos. Los derechos que se contemplan son:

- Respeto de manera íntegra,
- Mantenimiento y regeneración de los ciclos naturales, estructuras, funciones y procesos evolutivos y,
- Restauración.

También se menciona que todas las personas, ya sean naturales o jurídicas, grupos o asociaciones de cualquier tipo tienen la obligación de velar por el cumplimiento de los derechos de la naturaleza y denunciar en caso necesario.

En el capítulo segundo sobre biodiversidad y recursos naturales.

Se declara al Ecuador libre de cultivos y semillas transgénicas, así como se limita el uso de los organismos genéticamente modificados y a la biotecnología (Art. 401). También se detalla la prohibición de derechos sobre productos obtenidos de la biodiversidad (Art. 402).

- **El Código Orgánico del Ambiente (COA)**

Instrumento legal creado bajo el Plan Estratégico 2011 – 2020 del Protocolo de Cartagena sobre la Seguridad de la Biotecnología que entró en vigencia en Abril de 2018, dentro del cual se plantean temas como áreas protegidas, vida silvestre, patrimonio forestal, calidad ambiental, gestión de residuos, acceso a recursos genéticos, bioseguridad, biocomercio, entre otros; cuyo objetivo consiste en regular los derechos, garantías y principios relacionados con el ambiente y la naturaleza hace mención sobre la conservación, aprovechamiento sostenible y supervivencia de las especies de la vida silvestre, en el cual se plantea fortalecer las oportunidades para la educación ambiental, la investigación para el desarrollo científico y biotecnológico, así como también

comercial de los elementos de biodiversidad y sus beneficios (Código orgánico del ambiente, 2017).

Dentro de dicha ley, se designa que la autoridad Ambiental Nacional, en coordinación con las instituciones competentes del Estado, son responsables de establecer normas, políticas públicas y planes de bioseguridad para el control de riesgos de los productos de la biotecnología moderna

- **Reglamento al COA**

Registrado el 12 de Junio del 2019, brinda los lineamientos para la aplicación del código del ambiente; en él se propone la creación de un comité nacional de bioseguridad referente a organismos genéticamente modificados y a la biotecnología del país. Y da las pautas para el uso, permisos y conservación de los recursos genéticos. Además, se brindan incentivos económicos y no económicos para el uso, aprovechamiento y procesamiento de los recursos genéticos (REGLAMENTO AL CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE, 2019)

- **Código orgánico de la economía social de los conocimientos, creatividad e innovación (Código INGENIOS)**

El código INGENIOS, aprobado en 2016 se creó para sustituir a la ley de propiedad intelectual; tiene como fin incentivar un modelo económico basado en la producción de conocimientos, ciencia y tecnología en el marco del respeto por la biodiversidad, los saberes ancestrales y la sociedad.

En la sección de propiedad industrial se reconocen a las patentes siempre que cumplan con los criterios de un nivel adecuado de invención, autoría propia y que sean de aplicabilidad industrial. En ella se detallan que no serán patentables los organismos o partes de ellos, incluidos los genes, proteínas o sustancias derivadas de los mismos que se encuentren de forma natural ya sea de la biodiversidad o la agro-biodiversidad del Ecuador. Para las invenciones de los casos antes mencionados, no se tomara en consideración a aquellos que no hayan sido investigados en Ecuador o que no cumplan con los criterios éticos.

En el caso de material vegetal, se reconoce el derecho de obtentor para la o las personas naturales o jurídicas que hayan desarrollado la nueva variedad de la planta ya sea por métodos convencionales o no convencionales, incluidos los organismos genéticamente modificados. Sin embargo, en el artículo 491, por la aplicación de la ley orgánica de agro-biodiversidad, semillas y fomento de agricultura, no se reconocerá el derecho de obtentor cuando los agricultores multipliquen o repartan semillas obtenidas a través de la siembra de estas nuevas variedades, siempre que no sea con fines comerciales (CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, 2017).

- **Ley orgánica de Salud**

Implementada en 2006 y con última reforma en 2015, es una normativa referente a salud pública. En ella se detalla que la utilización de OGMs en alimentación deberá ser demostrada mediante estudios técnicos, que la experimentación humana deberá ser realizada en el marco de la bioética y será regulada por la autoridad sanitaria competente (Ley orgánica de Salud, 2015).

- **Ley orgánica de agrobiodiversidad, semillas y fomento de la agricultura sustentable**

Vigente desde el 2017, usada para tratar temas de protección y multiplicación de recursos fitogenéticos utilizados para la agricultura. Dentro de ella, se detallan las normas para la utilización, investigación y protección de los recursos genéticos, así como asegurar un libre intercambio de semillas y plantas nativas y las infracciones y sanciones respecto a plantas y semillas transgénicas (Ley orgánica de agrobiodiversidad, semillas y fomento de la agricultura sustentable, 2017).

- **Ley orgánica de defensa al consumidor**

Puesta en vigencia desde el 2000, con última reforma en el 2015, en sus art. 14 y 15 brinda las pautas para el rotulado y etiquetado en empaques de consumo humano o pecuario que contengan material transgénico o modificado genéticamente (Ley Orgánica de Defensa del Consumidor, 2015).

- **Ley orgánica del régimen de soberanía alimentaria**

Aplicada desde el 2009 y con última reforma en 2010, propone los lineamientos para lograr el sustento alimentario en cantidad y calidad suficientes. En él se dictan leyes para impulsar el desarrollo de tecnologías enfocadas en el objetivo planteado; y, se regula el uso de transgénicos en alimentos (Ley orgánica del régimen de soberanía alimentaria, 2010).

- **Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria**

Vigente desde el 2017, normativa orientada a la bioseguridad de enfermedades animales y vegetales, brinda pautas sobre la certificación de laboratorios, prevención de propagación de enfermedades y plagas; así como de material genético (Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria, 2017).

#### **4.2.3. Sector Económico**

Dentro del sector económico se contemplan los sectores productivos, la innovación en ciencia y tecnología, inversión en proyectos, empresas privadas y propiedad intelectual; por lo que se detallara como se encuentra Ecuador en estos puntos.

##### **4.2.3.1. Sectores productivos**

Para la CEDEPI, el buscador ecuatoriano de patentes, el sector productivo de la biotecnología comprende áreas de bioquímica y biomedicina, pero se deja como otro sector productivo al farmacéutico. En esta plataforma, se muestran las principales aplicaciones de la biotecnología en el país (Figura 11), Siendo el sector agrícola el principal (CEDEPI, 2017). Dentro del sector industrial, cabe destacar que muchas de las aplicaciones se centran en los cultivos de banano y de rosas, centrándose principalmente en el desarrollo de organismos resistentes a plagas o en un mejoramiento genético de los mismos. Además de la creación de insumos para estos cultivos (Torres, 2020).

**Figura 12**

*Principales sectores de la biotecnología en Ecuador, 2013*



En el sector público, se menciona que los principales centros de investigación en el país se dedican en un 45% a biología molecular, 40% a cultivo de tejidos, 14% a diagnóstico de enfermedades y un 1% a bioinformática (CEDEPI, 2017).

Cabe mencionar que Ecuador tiene un desarrollo nulo en cuanto a la aplicación de la biotecnología moderna vinculada a la industria. Y la concentración de esta ciencia se acumula en los centros de investigación pública y las universidades (Torres, 2020).

#### **4.2.3.2. Propiedad intelectual e innovación en ciencia y tecnología.**

En el ranking mundial propuesto por la OMPI sobre el desarrollo de innovación (GII por sus siglas en inglés), se puede observar como Ecuador ha caído del puesto 92 de 127 en 2017 al 99 de 131 en 2020 a nivel global y del 14 al 15 de 18 a nivel regional.

A continuación en la tabla 1, se detallan los valores del ranking, puntaje, entrada y salida por año desde el 2017 al 2020 en cuanto a innovación en ciencia y tecnología y la gráfica de tendencia de los puntajes en estos años (OMPI, 2017) (OMPI, 2018) (OMPI, 2019) (OMPI, 2020).

**Tabla 1**

*Innovación en ciencia y tecnología 2017-2020.*

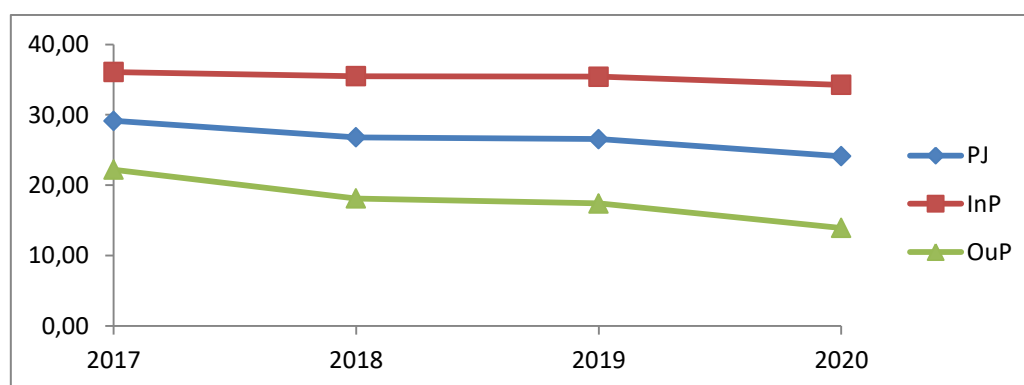
Año	GIR	RIR	PJ	InP	OuP
2017	92	14	29,14	36,07	22,20

2018	97	14	26,80	35,48	18,11
2019	99	14	26,56	35,42	17,41
2020	99	15	24,11	34,27	13,94

Nota. GIR: Global Innovation Ranking, RIR: Regional Innovation Ranking, PJ: puntaje, InP: input, OuP: output. Fuente: WIPO GII 2017-2020

### Figura 13

Tendencia de los puntajes InP, OuP y PJ desde el 2017 al 2020.



Del gráfico 13, resulta claro observar como a pesar de mantener un input estable (promedio de 35 puntos) en este periodo, el output; que se puede definir como creaciones tecnológicas y creativas plasmadas en artículos científicos de alto impacto y patentes; ha caído ocho puntos en los últimos cuatro años.

Una de las razones propuestas por la OMPI, en su GII del 2017, expresa que el desarrollo presente en Ecuador de biotecnología aplicada es muy bajo y nulo en el caso de biotecnología moderna debido a los problemas presentados a nivel de legislación; lo que causa una falta de interés por sectores económicos, especialmente la empresa privada extranjera (OMPI, 2017). A esto se le debe sumar que Ecuador es el segundo país a nivel mundial con la mayor cantidad de abandonos y desistimientos en cuanto a patentes con un 71.7% solo superado por Tailandia con un 71.8% según el informe de indicadores de propiedad intelectual 2020 propuesto por la OMPI. Dentro de este informe además, se muestra como de las 437 patentes presentadas en Ecuador en el 2019, solo 17 fueron aprobadas, 313 abandonadas y 107 rechazadas. Lo que resulta

más preocupante aun, es que de las patentes aprobadas, solo tres son de personas nacidas en Ecuador (OMPI, 2020).

Dentro de LATIPAT, el buscador proporcionado por la OMPI para patentes en América Latina y el Caribe, en Ecuador, existen 51 patentes vigentes de las cuales nueve son o están vinculadas a la biotecnología. Cuatro de ellas bajo el concepto de Bio-agroquímicos para la industria agroecológica a cargo de “Química Centro Americana Del Ecuador Quimicentro S.A.”, dos de bio-plaguicidas para papa y tres de procesos para obtención de etanol; estos cinco últimos por parte de la universidad Católica del Ecuador (LATIPAD, 2021).

En cuanto a derechos de obtentor, Ecuador aprobó 75 variedades vegetales distintas para el 2019, siendo de ellas solo siete para personas nacionales, el resto para extranjeros (OMPI, 2020).

En cuanto a producción de conocimiento científico en artículos, según el ranking propuesto por SCIMAGO, Ecuador en el año 2017 ha producido 3492 artículos y en 2020 5519 artículos, de los cuales en 2017 se tuvieron 30492 citas y en 2020, 3506 citas de artículos científicos mostrando una reducción de cerca del 90% (SJR, 2021).

En las áreas de biotecnología, se detalla a continuación por año el número de artículos producidos (Tabla 2

Artículos científicos publicados en Ecuador en áreas relacionadas a biotecnología.) y citas extranjeras (Tabla 3) de los mismos en el periodo 2017-2020.

**Tabla 2**

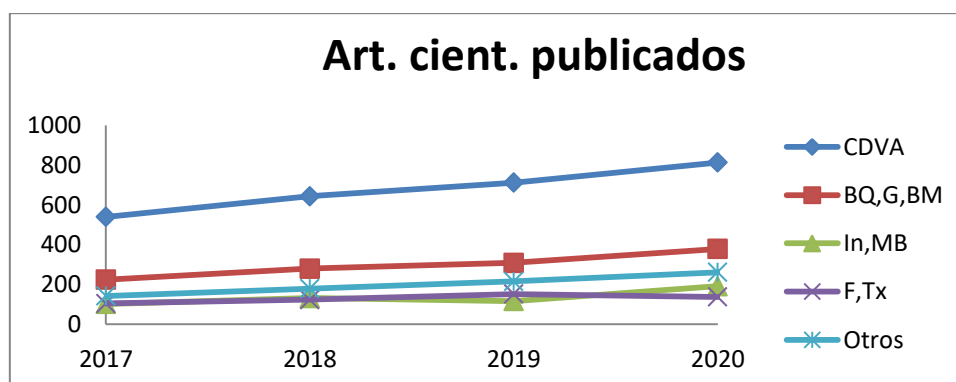
*Artículos científicos publicados en Ecuador en áreas relacionadas a biotecnología.*

Año	Producción				
	CDVA	BQ, G, BM	In, MB	F, Tx	Otros
2017	540	224	102	104	142
2018	643	280	132	124	179
2019	712	309	116	152	215
2020	813	379	191	137	261

*Nota.* CDVA: Ciencias de la vida y agricultura; BQ, G, BM: Bioquímica, genética y biología molecular; In, MB: Inmunología y microbiología; F, Tx: Farmacología y toxicología de fármacos; Otros: Ecología, toxicología y mutagénesis y biomateriales.

**Figura 14**

*Artículos científicos publicados en Ecuador relacionados con la biotecnología del 2017 al 2020.*



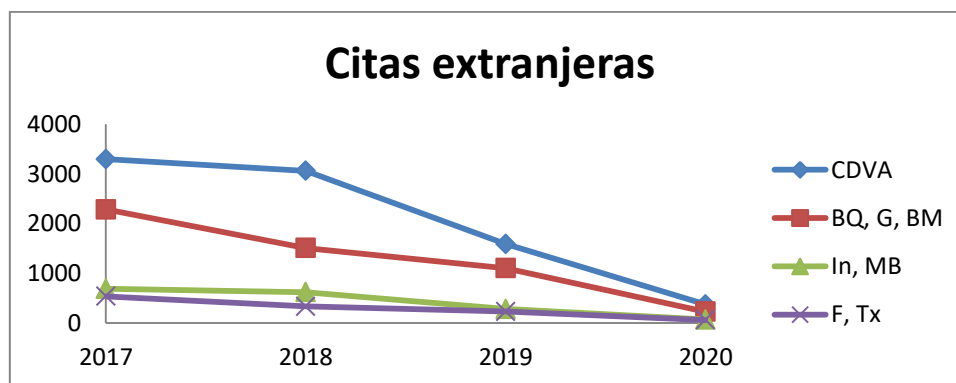
**Tabla 3**

*Artículos científicos publicados en Ecuador citados por personas extranjeras.*

Año	Citas en el extranjero			
	CDVA	BQ, G, BM	In, MB	F, Tx
2017	3293	2283	688	535
2018	3058	1509	620	333
2019	1588	1102	281	232
2020	373	227	70	59

**Figura 15.**

*Artículos científicos publicados en Ecuador citados en el extranjero relacionados con la biotecnología del 2017 al 2020.*





De los gráficos 14 y 15, se puede observar que en cuanto a las publicaciones, en Ecuador se mantiene un ritmo de crecimiento constante; contrario a lo que ocurre en las citas de los artículos, mostrando resultados similares a los encontrados a nivel global con un decaimiento de cerca del 90%.

#### **4.2.3.3. Empresas biotecnológicas de Ecuador**

Según el GII 2020, Ecuador ocupa el segundo puesto a nivel mundial en ofrecer microcréditos para el desarrollo de la industria (OMPI, 2020), por este motivos se detallan a continuación empresas biotecnológicas que han empezado con un capital pequeño dentro del informe de Actualización de información sobre Biotecnología, Organismos Genéticamente Modificados y Bioseguridad del 2018 y que consten dentro de la superintendencia de compañías (SUPERCIAS).

En Ecuador, la mayoría de compañías biotecnológicas, se dedican a la fabricación de bioinsumos agrícolas, cultivo de tejidos y mejoramiento de especies vegetales; estas empresas han empezado en los últimos años con un capital menor a \$1200. Algunos ejemplos son:

- **BROWNBREEDING INGENERIA S.A.**

Fundada en el 2005, es una empresa dedicada principalmente a la venta y exportación de rosas. Adicionalmente, se dedica al mejoramiento, propagación y obtención de nuevas variedades de plantas ornamentales.

A la fecha presenta un capital de \$281,690 con una utilidad bruta al 2019 de \$390,218 (SUPERCIAS, 2021).

- **ACUABIOTECLLC S.A.**

Fundada en el 2002, se dedica a la venta de alimento para camarón y peces, a la venta de larvas, juveniles y adultos de camarón y a la comercialización de bacterias para la limpieza de estanques y prevención de enfermedades en camarón (acuabiotec, 2019).

A la fecha presenta un capital de \$60.000 con una utilidad bruta al 2019 de \$ 292.662 (SUPERCIAS, 2021).

- BIOTECDOR S.A.

Fundada en el 2007, se dedica a la venta de insecticidas, a base de extractos naturales para la siembra orgánica, cuenta en algunos productos con certificación internacional de cultivos orgánicos (biotecdor, 2021). A pesar de esto, también ofrece productos de origen químico, por lo que no es una empresa en su totalidad dedicada a la biotecnología.

Cuenta con un capital a la fecha de \$ 456.600 y una utilidad bruta al 2019 de \$929.935 (SUPERCIAS, 2021).

- LAVETEC CIA. LTDA.

Constituida en 1992, se dedica a la producción de medicamentos, vacunas y suplementos para el sector avícola y ganadero. Presentan productos para las cepas nacionales causantes de enfermedades en los sectores antes mencionados, además brindan asesoría veterinaria (LAVETEC, 2021).

Cuenta con un capital a la fecha de \$96.000 y una utilidad bruta al 2019 de \$1.110.000 (SUPERCIAS, 2021).

- NEOFORESTS S.A.

Constituida en el 2009, su actividad es la del mejoramiento de teca por medio de la multiplicación in-vitro.

Cuenta con un capital a la fecha de \$46.000 y una utilidad bruta al 2019 de \$ 47.970 (SUPERCIAS, 2021).

#### **4.2.3.4. Usos de la biotecnología en el sector económico**

Ecuador, desde el año 2017, a través del Ministerio del ambiente (MAE) se ha puesto la meta de lograr una denominada “Bioeconomía” para disminuir la cantidad de importaciones y aumentar la producción de productos con valor agregado. Esto se piensa lograr uniendo la academia con los sectores productivos y con la creación de políticas públicas (MAE, 2017). Una de las propuestas de la Comisión Económica para

América Latina y el Caribe (CEPAL), es la utilización de cultivos genéticamente modificados para alcanzar una sustentabilidad alimenticia (CEPAL, 2017).

En una entrevista en el mismo año, el ministro del Ambiente Tarsicio Granizo, recalcó que el Ecuador, alcanzaría un 20% del PIB por medio de la bioeconomía, sin embargo una de las principales dificultades presentadas serían la integración de la biotecnología y los conocimientos de la misma al campo productivo (El Comercio, 2017).

A pesar de esto, la CEPAL en su foro sobre bioeconomía del 2017, especifica que ningún país de la región presenta estrategias para implementar la bioeconomía debido a la falta de políticas sobre su elaboración (CEPAL, 2017).

### **4.3. Necesidad de una reforma de ley.**

Como se ha presentado en el capítulo anterior, a pesar de que en la encuesta sobre percepción pública de OGMs, biotecnología y bioseguridad del 2008 se mostró evidente la falta de conocimiento sobre OGMs, transgénicos, bioseguridad y biotecnología; se incluyó en la constitución del 2008 en los art. 322 y 402, restricciones en cuanto a propiedad intelectual asociada a los recursos genéticos, y art. 401, prohibiciones referente a transgénicos y a la biotecnología como tal. Por lo cual en este capítulo se describen los problemas para el desarrollo de la biotecnología y cómo esta ciencia resolvería problemas de interés nacional.

#### **4.3.1. Social**

Los problemas presentados en el sector social se vinculan con concepciones erróneas de la biotecnología y deficiencia en la salud los pobladores, temas en los cuales la biotecnología juega un papel importante y necesario.

##### **4.3.1.1. Transgénicos como una parte normal de la naturaleza.**

Contrario a lo que se piensa de que los transgénicos son una aberración en contra de la naturaleza y un invento del ser humano, han surgido varios casos de transferencia horizontal de genes entre individuos de manera natural; teniendo individuos con falta de expresión del material genético; y en muchos otros con la aparición de estas características haciéndolas funcionales para el receptor. Algunos casos documentados son:

- Transferencia de genes desde la bacteria *Wolbachia* a artrópodos y nematodos.

El género *Wolbachia* ha sido de importancia en el estudio de los artrópodos, ya que es una bacteria intracelular obligatoria que infecta al 60% de los artrópodos. Se han encontrado secuencias del genoma de esta bacteria en el escarabajo del frejol (*Callosobruchus chinensis*) y en nematodos Filiaris (*Onchocerca spp*). Aunque la función

de estos genes aún no ha sido determinada (Dunning, 2007). Adicionalmente, se ha buscado utilizar a la bacteria en *Aedes aegypti* para prevenir la propagación del virus del sika (Warsito, 2020).

- Producción de carotenoides en áfidos

En el pulgón del guisante (*Acyrtosiphon pisum*), en un estudio realizado en el 2010, se determinó que individuos con coloración roja presentaban una secuencia de 30 Kpb adicional permitiéndoles la síntesis de enzimas para la producción de  $\gamma$ -dehidro, $\psi$ -caroteno y tolueno. Al realizar el estudio filogenético, se determinó que estos genes eran similares a los presentes en varias especies de hongos como *Mucor*, *Blakeslea*, entre otros. Se cree que la transferencia de genes se realizó por la alimentación de hongos de este áfido (Moran, 2010).

- Genes de *Agrobacterium* en batata (*Ipomoea batatas*)

En un estudio realizado en 2015, se descubrió la presencia de *IbT-DNA2* procedente de *Agrobacterium spp* produciendo al menos 4 genes funciones tanto en cultivos de la planta como en especies cercanas evolutivamente. Resultando en algún momento, un ancestro en común fue afectado por *Agrobacterium* y los genes incorporados fueron capaces de transmitirse verticalmente entre las generaciones (Kyndt, 2015).

El caso más importante de los citados, es el del camote mostrando la seguridad de los transgénico al consumidor, ya que este cultivo ha sido extensamente sembrado y consumido desde su descubrimiento hace unos 10000 años, pudiendo cambiar la opinión pública respecto a la implementación de esta tecnología (Kyndt, 2015).

#### **4.3.1.2. Biotecnología, más allá de los transgénicos.**

Cuando se habla de biotecnología, muchos lo asocian directamente con transgénicos; y si bien la transgénesis es una técnica muy utilizada en la biotecnología moderna por la facilidad de uso de otro organismo en la producción de una molécula,

célula o tejido deseado y su precisión; existen varias herramientas y métodos que destacan de esta ciencia, además de otros enfoques.

Tomando de ejemplo las tres ramas de la biotecnología más grandes (roja, blanca y verde), se detalla hacia donde se están desarrollando y porque esta ciencia es necesaria para el desarrollo de la sociedad.

- **Biología roja:** Esta rama busca desarrollar medicina personalizada, ya sea para cada población o para cada individuo por medio de polimorfismos de simple nucleótido (SNPs). Adicionalmente, se utilizan métodos de identificación molecular para determinar presencia o predisposición de enfermedades, y la llamada huella digital de ADN para análisis de paternidad y ciencias forenses. Si bien la terapia génica se pensaba como un gran avance, actualmente se está desistiendo de la misma por problemas asociados a la falta de resultados definitivos, dependencia y problemas asociados al sistema inmune.
- **Biología verde:** la mayoría de avances se han relacionado con la creación de organismos transgénicos, sin embargo por el rápido desarrollo de los mismos, se ha visto la necesidad de crear espacios para la conservación de especies; dichos espacios se denominan bancos de germoplasma. En los bancos de germoplasma *ex situ* se almacenan partes, embriones, o líneas celulares de plantas a bajas temperaturas para su posterior utilización.
- **Biología blanca:** Lo que se busca es la creación de biorrefinerías para utilizar microalgas en tratamiento de aguas residuales y la obtención de biodiesel a través de la transformación de aceite, mediante transesterificación, producido por las algas; relacionado con esta área se puede incluir a la biotecnología enfocada en construcción con la creación de biocementos que integran bacterias capaces de reparar grietas y los nuevos biopolímeros para mejorar la dureza y resistencia de los materiales de construcción, así como dar una solución a los problemas relacionados con el plástico de un solo uso.

#### **4.3.1.3. Biotecnología, para la conservación de la biodiversidad.**

Se tiene la falsa creencia de que la biotecnología es una contraparte de la conservación de la biodiversidad por la aplicación de organismos genéticamente modificados. Sin embargo presenta herramientas útiles en la conservación de organismos.

Una de las herramientas con más fuerza y relevancia en la actualidad en materia de conservación de la biodiversidad, es la identificación por métodos moleculares con las técnicas de secuenciación de nueva generación (NGS), incluso en los grupos ecologistas, ya que son más baratas, portátiles y utilizan pequeñas regiones del ADN, haciendo innecesaria la extracción completa del genoma para su identificación. Se le suma la gran variedad de aplicaciones que las NGS brindan como la determinación de Unidades Evolutivamente Significativa (ESU), muy utilizadas para los planes de conservación y que presentan un problema en la identificación por variaciones genéticas.

También con el surgimiento de la biología sintética, actualmente se habla de utilizar ADN ancestral de muestras paleontológicas para traer de vuelta a la vida ciertos organismos claves para la conservación de ciertos ecosistemas como plantas o bacterias, haciendo más fáciles los planes de conservación (Corlett, 2017).

#### **4.3.1.4. Biotecnología como una solución a los agroquímicos y los problemas de salud derivados de los mismos.**

A lo largo de los años, se ha mostrado evidencia suficiente para demostrar que el uso de pesticidas, cualquiera de estos, ha traído serios problemas a la salud humana y a la naturaleza.

Los problemas presentados en la naturaleza van desde contaminación de los acuíferos hasta poner en riesgo a la biodiversidad, varios son bioacumulables y sufren de biomagnificación por la cadena trófica (Ki-Hyun, 2016).

En Ecuador, en un estudio publicado en el año 2019, se determinó la presencia de varios tipos de pesticidas en las cuencas de los ríos Guayas, Daule y Babahoyo

procedentes especialmente de plantaciones bananeras y cultivos de arroz, adicionalmente se encontraron trazas de sustancias nitrogenadas indicando la infiltración de abonos hacia los acuíferos (Deknock, 2019).

Los resultados de la investigación fueron preocupantes, ya que en los acuíferos se encontró principalmente cadusafos (62 de 181 lugares muestreados), el cual es un pesticida de tipo IB catalogado como altamente peligroso por la OMS por ser un inhibidor de la colinesterasa. Se le suma una alta toxicidad para organismos acuáticos y una bioacumulación media (WHO, 2005).

Otro estudio realizado en las islas Galápagos mostró resultados similares, teniendo al mayor pesticida contaminante a cadusafos en acuíferos de Santa Cruz e Isabela, encontrándose dentro de algas de la región. También se identificó DDT en la piel de leones marinos y sus presas (Riascos-Flores, 2020).

Se le deben sumar los casos en contra de la salud humana; varios autores han descrito las afecciones a agricultores en el país mostrando síntomas como dolor e irritación de ojos, mareos, cólicos, hinchazón del cuerpo, desmayos y vómito para agricultores de bananeras (Polo, 2019) y afecciones a la piel, alteraciones neurológicas y psicológicas y daños a nivel genético en trabajadores de florícolas (OPS/OMS, 2007).

Resulta preocupante además, estudios donde se encuentran metabolitos asociados a los pesticidas en orina de mujeres embarazadas trabajadoras y no trabajadoras en plantaciones florícolas (Handal, 2017) y la reducción en la actividad de la colinesterasa resultando en presión alta de niños que viven cerca de estas haciendas (Suarez, 2020); mostrando así una contaminación indirecta ya sea transportada por vía aérea o por un familiar que labura en estos lugares.

La biotecnología puede ayudar ya sea a mitigar los efectos con la biorremediación, procesos de fermentación por parte de hongos, algas o microorganismos para la producción de biopesticidas o poner un fin al uso de las mismas con la introducción de organismos resistentes a plagas (No necesariamente transgénicos).



Siguiendo lo establecido dentro de la constitución sobre el buen vivir y la protección a la naturaleza, el uso de organismos genéticamente modificados capaces de resistir a las plagas, se muestra como una solución para la reducción parcial o total de productos químicos dañinos, teniendo ejemplos en la región como los de Colombia donde en algodón y maíz transgénico, se han reducido 176,500 kg y 279,400 kg de ingredientes activos de insecticida y 45,000 kg y 278,000 kg de herbicidas respectivamente, se le suma una reducción de emisión de 8,761 millones kg de dióxido de carbono asociados a la utilización de maquinaria para la aplicación de pesticidas (Graham, 2020) y la conservación de 240 l/Ha año de agua (Macal, 2020).

De igual manera en un estudio realizado en Honduras, a varios agricultores que utilizaban cultivos transgénicos se les realizó una encuesta no solo para demostrar un incremento económico frente a los cultivos tradicionales, sino también para demostrar la reducción en efectos nocivos a la salud, dando como resultado un 88% de los encuestados sin efectos negativos a la salud por no usar pesticidas desde la siembra de cultivos transgénicos, además de una disminución de botellas y empaques 78% y una mayor aparición de otros insectos como abejas cerca del lugar de cultivo 84% (Macall, 2020).

#### **4.3.1.5. Problemas de detección de enfermedades raras.**

Se entiende por enfermedad huérfana o rara a enfermedades genéticas con una baja presencia en la población, las cuales causan varias muertes, especialmente en niños, a nivel mundial.

En Ecuador se presenta una predisposición de hasta seis veces más en la población de contraer alguna enfermedad huérfana que a nivel mundial, siendo Quito la ciudad más afectada, en la mayoría de casos, registradas al nacer como enfermedades raras sin una distinción específica (Viteri, 2020). Mostrando entre la población problemas tanto para los afectados, como para sus familias y las personas cercanas ya que, sin un diagnóstico adecuado, el tratamiento es general para todos los que presentan las patologías, aun cuando son muy distintas entre ellas (Maldonado, 2018).

Quispe, presidente de la asociación Fepel Dasha, recalca que Ecuador presenta un retraso de 50 años frente a países de la región en la determinación de enfermedades raras por la falta de medicina genómica (El Comercio, 2019).

#### **4.3.2. Político**

En Ecuador, dentro del sistema regulatorio, resulta evidente una falta de protección a los productos de la diversidad biológica y a los recursos genéticos de la misma; sumado a tratados internacionales y acuerdos bilaterales y multilaterales han logrado una vulneración a los derechos descritos dentro de la constitución y a la conservación de la naturaleza.

Se debe destacar además una falta en el cumplimiento de los acuerdos suscritos para la creación de políticas públicas en varios convenios de los cuales Ecuador forma parte.

Por otro lado, el candado constitucional hace que se dé una confusión en cuanto al desarrollo de esta ciencia y un desinterés en el desarrollo de un sistema regulatorio hacia los productos derivados de la misma.

##### **4.3.2.1. Falta de protección a los descubrimientos con potencial comercial y falta de innovación.**

La propiedad intelectual resulta de gran importancia, no solo para mantener seguro el fruto de una investigación, sino para recuperar la inversión inicial y un desarrollo económico e industrial.

Si se habla de una industria biotecnológica, resulta claro decir no es nada barata, ya que el costo de insumos y equipos es elevado, se debe sumar los costos de importación hacia Ecuador y el de la infraestructura. Por ello, para empezar con un emprendimiento en esta área, se necesita ayuda de inversionistas externos o fondos del estado; siendo más difíciles de conseguir. La obtención de fondos privados sea por cualquiera de las diferentes instituciones como crowdfunding, inversionistas o

inversionistas ángel, entre otros es necesaria a través de una patente. Como se plantea en el libro *“Preparing for Future Products of Biotechnology”*, más que un prototipo, los inversionistas buscan una seguridad en cuanto a su inversión y se obtiene a través del derecho intelectual del producto, es decir una patente (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2017).

En Ecuador, se presentan varios problemas en esta instancia, por un lado con los Art.322 y 402, donde se detalla la prohibición de los derechos, tanto de propiedad intelectual como industrial sobre los recursos genéticos del país; entendiéndose como recursos genéticos todo aquel material humano, animal, vegetal o microbiano; incluidos los genes o las moléculas derivadas de los mismos (CDB, 1993); y varios artículos en el código INGENIOS detallan que no serán sujetos a patente los inventos obtenidos de los recursos genéticos o derivados de la biodiversidad.

Lo que resulta contradictorio de dichas leyes, es la facilidad o libertad en cuanto a investigación, sin embargo en el momento de la transición entre búsqueda de conocimientos y el desarrollo de la industria se presentan muchas trabas a nivel regulatorio, lo que hace que las personas dedicadas a investigación en biotecnología tengan un campo limitado de desarrollo o desistan de proyectos con gran potencial económico. Es por ello, que las empresas dedicadas a la biotecnología en Ecuador se encuentran en los campos donde no se necesite de propiedad intelectual como lo son bioinsumos, cultivo vegetal y micológico y diagnóstico, entre otras.

#### **4.3.2.2. Vulneración a los derechos de protección de las comunidades, diversidad biológica y recursos genéticos.**

Los saberes ancestrales, especialmente los que utilizan a recursos genéticos, resultan de importancia para el desarrollo de la biotecnología, son resultados de experiencias a través del tiempo de varios individuos. Por ello, varias empresas, especialmente farmacéuticas, se acercan a comunidades y buscan desarrollar nuevos productos de estos saberes. Ecuador al ser un país pluricultural y rico en saberes

ancestrales ha buscado desarrollar normas para la protección y beneficio de las comunidades sobre su conocimiento. Sin embargo con la aprobación de la ley orgánica de tierras rurales y territorios ancestrales en 2016, en el Art. 21, se especifica que las empresas públicas o privadas extranjeras podrán adquirir, arrendar o tomar en usufructo las tierras rurales nacionales (comprendiendo producción agrícola, pecuaria, forestal, silvícola o acuífera) (LEY ORGÁNICA DE TIERRAS RURALES Y TERRITORIOS ANCESTRALES, 2018), algunas de las cuales se encuentran cerca de comunidades y emplean a sus habitantes; se le debe sumar lo estipulado en el código Ingenios, en el cual se detalla las empresas que hagan uso de los saberes, deberán destinar una parte de los beneficios adquiridos para los pueblos; pero no se hace referencia a personas nacionales, sino más a extranjeras. Si las personas de la propia comunidad quisieran utilizar sus saberes para desarrollar una industria tendrían dificultad en adquirir propiedad intelectual por lo suscrito en los art. 322 y 402 de la constitución. Se le debe sumar lo descrito en el Art. 248 del COIP, dando una pena de tres a cinco años de prisión con un aumento de un tercio por fines comerciales..

### **4.3.3. Económico**

En Ecuador, los principales problemas en el sector económico se relacionan con vacíos presentados en la normativa de propiedad intelectual, teniendo principalmente dos problemas muy importantes. Siendo la biopiratería y la fuga de cerebros.

#### **4.3.3.1. Biopiratería**

Antes de la creación del CDB, los recursos genéticos eran considerados como patrimonio de la humanidad, por lo que cualquier persona, independiente de su país de origen o del país de origen del recurso, podía apropiarse del material biológico y hacer uso del mismo. No es sino hasta 1993, con la aprobación del convenio antes mencionado, que se reconocen a los recursos genéticos como una parte de la

soberanía del estado al cual pertenece y se detallan acuerdos de cómo utilizarlos de ser necesario.

A pesar de esto, se siguieron dando casos de utilización de los recursos genéticos en investigaciones y posterior propiedad intelectual, por lo que se utilizó el término biopiratería para describir esta situación de apropiación ilegal.

Uno de los casos más impactantes en Ecuador, resulta ser el de John Daly, el cual fue acusado de biopiratería por patentar la epibatidina procedente de ranas dardo del Ecuador. Daly accedió a comunidades indígenas de la amazonia ecuatoriana para obtener, no solo el conocimiento, sino también la piel de varios especímenes y poder realizar sus estudios sobre el efecto analgésico; abriendo paso así al desarrollo de un nuevo tipo de analgésico (Angerer, 2016).

En Ecuador, con el reingreso en el acuerdo multipartes de la UE y la CAN, desde el año 2016 se ha realizado una investigación respecto a la apropiación de los recursos genéticos provenientes del país y que han sido o están en estado de ser patentados emitiéndose así, el primer y último informe respecto a biopiratería en Ecuador con ciento veintiocho solicitudes y patentes sin los permisos para la utilización de dieciséis especies vegetales. Entre ellos se destacan:

- Tomatillo de Galápagos (*Solanum cheesmaniae* o *Solanum galapagense*).

Esta planta presenta un interés para la modificación de tomate (*Solanum lycopersicum*), ya que es una especie muy cercana y presenta genes de resistencia a las principales plagas, como lo son la mosca blanca (*Bemisia tabaco* & *Trialeurodes vaporariorum*) (Firdaus, 2012) y el ácaro araña roja (*Tetranychus urticae*) (Vosman, 2018). Debido a la presencia de genes de tricoma glandular tipo IV (Vosman, 2018) y una serie de sustancias no tricomaes (Santegoets, 2021)

Adicionalmente, se han estudiado una serie de genes relacionados a la familia HKT1, reguladores en la homeostasis de iones de sodio presentes en dichas plantas para la resistencia al estrés por salinidad (Jaime-Pérez, 2017).

Resultaría de interés para la economía ecuatoriana ya que al patentar en el país, el estado percibiría el beneficio económico planteado en código INGENIOS y porque en Ecuador se cultivan 3333 ha de tomate, siendo la principal peste del cultivo la mosca blanca (Toro, 2018), y en estudios realizados por INIAP en el año de 1998, se determinó que la pérdida económica por esta plaga está entre el 25 al 50% del total de la cosecha, en el caso de un control adecuado, de lo contrario se puede tener una pérdida total (Valarezo, 2008). Adicionalmente, en Ecuador se destaca el uso de pesticidas de tipo I y II en el tomate con un promedio de 2,8 aplicaciones por semana, produciendo no solo el aumento en el coste de producción y la deserción por falta de rentabilidad a los agricultores, sino también un mayor riesgo ambiental y sanitario, ya que se han encontrado una dosis 45 veces mayor a la permitida en tomates en la canasta básica (Chirinos, 2020).

- Calabaza ecuatoriana (*Cucurbita ecuadorensis*)

La planta presenta un interés comercial por su resistencia a varios tipos de virus, especialmente a los virus del mosaico (Miras, 2019), resistencia microbiana y por su compatibilidad con *Cucurbita máxima*, siendo calabazas, calabacines y zuquinis (Amit, 2018).

Cabe destacar que no se han vuelto a hacer informes sobre biopiratería en Ecuador desde el año 2016, pero no implica que se esté dejando de delinquir en la biopiratería, por lo que se necesita un trabajo conjunto de la academia con las entidades gubernamentales para lograr frenar la pérdida de los recursos genéticos con grandes potenciales para la investigación y el desarrollo de productos o fábricas en el territorio nacional.

#### **4.3.3.2. Fuga de Cerebros**

La fuga de cerebros resulta un problema grande no solo en Ecuador, sino en toda Latinoamérica ya que el dinero invertido por el estado termina siendo aprovechado por países más desarrollados en donde se da una ganancia de cerebros.

En Ecuador, se ha tratado de contrarrestar la pérdida mediante programas como el Prometeo donde el estado da apoyo económico para formación de profesionales e incluirlos en sectores estratégicos. Sin embargo en dicho programa de los 848 prometeos formados, solo 67 fueron de Ecuador; mientras que de España y Venezuela 269 y 156 respectivamente dedicados principalmente a ciencias sociales. Con el programa, la mayoría de profesionales consiguieron trabajo en universidades y el resto en instituciones públicas.

Ecuador, según el INEC para el año 2019, registró una salida sin retorno de 31195 personas. De ellas, el 43,7% se encuentran entre los 18 a los 39 años. Sin embargo, un problema presentado en las cifras es que no se especifica la profesión u ocupación de las personas (INEC, 2020) sin embargo; como dicen (Ciocca & Delgado, 2017), los científicos en Latinoamérica prefieren pagar el costo de la colegiatura trabajando en un país desarrollado que regresar al país de origen y tener un sueldo malo o no trabajar en el área de formación; además de esto en países extranjeros encuentran una legislación más favorable y flexible, menor costo de reactivos e insumos para investigación y un entorno científico mejor para desarrollar sus proyectos.

#### **4.4. Reforma a los artículos 401 y 402**

##### **Exposición de Motivos**

Se considera a la biotecnología como un campo multidisciplinario que al complementarse con otras ciencias proporciona valiosos beneficios a la sociedad en distintas áreas, ya sean orientados a mejorar la alimentación, salud, agricultura, u otros buscando subsanar el daño causado a la biodiversidad, así como también aquellos que impulsan a un nuevo plan de desarrollo basado en la bioeconomía.

Además de la biotecnología, la bioseguridad y la biorremediación, son materias intersectoriales las cuales buscan el desarrollo de las investigaciones en transgénicos, su efectividad y la seguridad de las mismas.

Por tal motivo distintas organizaciones internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), o la Organización Panamericana de la Salud (OPS), y los distintos convenios internacionales, en los que Ecuador se encuentra suscrito reconocen necesaria su regularización y que cada país miembro tiene el deber de crear medidas regulatorias en cuanto a la investigación, desarrollo, uso, y comercialización de los productos o procedimientos derivados de la biotecnología. Así como también medidas regulatorias para evitar la biopiratería, sobre todo en los países mega diversos como lo es Ecuador.

Por otra parte, los transgénicos son productos derivados de la biotecnología, que han demostrado su seguridad para el consumo humano y brindan un incremento económico, especialmente en grupos sociales más vulnerables como los campesinos debido a una reducción en el costo de producción porque se requiere menos aplicaciones de pesticidas, se reduce el riesgo de pérdidas de cosechas por insectos, heladas, sequías, inundaciones y malezas.

Por tanto, es necesario retomar la investigación sobre transgénicos, y no significa que al permitirlo dentro del ordenamiento jurídico vamos a atentar contra la producción agrícola natural, orgánica y ecológica de nuestro país, por el contrario, se



busca promover una nueva vía de productividad y desarrollo para mejorar la calidad de vida de todos los ecuatorianos.

La Constitución de la República del Ecuador de 2008, menciona en el capítulo tercero sobre la soberanía alimentaria, en su Art 281, la obligación del Estado en garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente. De igual manera en el inciso 6 del mismo artículo menciona: “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” (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

En el artículo 401 de la constitución del Ecuador del 2008, se detalla lo siguiente *“Se declara al Ecuador libre de cultivos y semillas transgénicas. Excepcionalmente, y sólo en caso de interés nacional debidamente fundamentado por la Presidencia de la República y aprobado por la Asamblea Nacional, se podrán introducir semillas y cultivos genéticamente modificados. El Estado regulará bajo estrictas normas de bioseguridad, el uso y el desarrollo de la biotecnología moderna y sus productos, así como su experimentación, uso y comercialización. Se prohíbe la aplicación de biotecnologías riesgosas o experimentales”*. Del cual se puede destacar lo siguiente:

- *“Se declara al Ecuador libre de cultivos y semillas transgénicas”*. Con esta oración resulta evidente un problema en cuanto a la interpretación de lo que un “cultivo” es, si el contexto refiere a sembríos agrícolas. Ecuador no es un país libre de transgénicos, ya que importa material de este tipo como maíz o aceite para fabricar varios productos alimenticios.

Si hace referencia a cualquier tipo de material celular ya sea animal, vegetal o microbiológico. Mostraría una contradicción entre el esfuerzo del gobierno por elevar el desarrollo de la biotecnología moderna y prohibirla completamente al no permitirle utilizar la herramienta más específica y con mayores aplicaciones como lo es la transgénesis.

Por ello, resulta necesario especificar que en Ecuador se prohíbe colocar en suelo agrícola, plantas y semillas transgénicas que puedan ser dar productos a través de técnicas de agricultura.

- *“Excepcionalmente, y sólo en caso de interés nacional debidamente fundamentado por la Presidencia de la República y aprobado por la Asamblea Nacional, se podrán introducir semillas y cultivos genéticamente modificados”*. En la segunda oración si una emergencia sanitaria humana, animal o vegetal se presenta en el territorio nacional, primero deberá ser procesada por presidencia para considerarse de interés nacional, luego pasar a la asamblea nacional donde deberá debatirse y posteriormente tener una aprobación para introducir material genéticamente modificado; sin ser específicamente transgénico; al país.

Resultaría mejor si en la situación descrita, se eleva el proyecto ante la entidad regulatoria pertinente; sea ministerio de ambiente o salud; con el debido fundamento científico y la cantidad suficiente de evidencia.

- *“Se prohíbe la aplicación de biotecnologías riesgosas o experimentales”*. Aquí, como menciona (Torres, 2020) la biotecnología al ser una disciplina completamente experimental con este texto se estaría prohibiendo a toda esta ciencia.

Por ello, debería eliminarse el término “biotecnologías experimentales” para permitir el desarrollo de la misma.

En el artículo 402 de la constitución del Ecuador del 2008, el cual menciona *“Se prohíbe el otorgamiento de derechos, incluidos los de propiedad intelectual, sobre productos derivados o sintetizados, obtenidos a partir del conocimiento colectivo asociado a la biodiversidad nacional”*.

Con este artículo, se debe entender a productos derivados o sintetizados asociados a la biodiversidad nacional, a aquellos procesos biotecnológicos que usan los recursos genéticos o los saberes ancestrales que los utilizan para obtener productos con potencial patentable o que sean sujetos a propiedad intelectual.

Es por ello, que no solo entra en conflicto con el derecho constitucional del uso y aprovechamiento de los avances científicos y saberes ancestrales descrito en el artículo 25 de la constitución, sino que también impone una desventaja económica para investigaciones en biotecnología.

Una solución a esto, es obtener la autorización por parte de la autoridad competente para uso del material genético como se detalla en el código del ambiente o código INGENIOS para el caso de saberes ancestrales con su debida compensación a las comunidades.

Al realizar los cambios dentro de los artículos mencionados, se puede aplicar de mejor manera lo escrito en la normativa fuera de la constitución y permitir el desarrollo de la biotecnología moderna que es lo que persigue el gobierno nacional.

**ASAMBLEA NACIONAL****EL PLENO****Considerando**

Que el artículo 441 de la Constitución determina que se puede realizar la reforma de uno o varios artículos de la Constitución, cuando no se altere su estructura fundamental, el carácter y elementos constitutivos del Estado, no se establezca restricciones a los derechos y garantías y no se modifique el procedimiento de reforma de la Constitución;

Que el artículo 3 de la Constitución establece que son deberes primordiales del estado, proteger el patrimonio natural del país, promover el desarrollo sustentable y la redistribución justa y equitativa de los recursos y la riqueza, con la finalidad de alcanzar los objetivos del buen vivir;

Que el artículo 25 de la Constitución plantea que las personas tienen derecho a gozar de los beneficios y aplicaciones del progreso científico y de los saberes ancestrales;

Que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tienen derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir según el artículo 74 de la Constitución;

Que son deberes de los ciudadanos ecuatorianos, respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible, según lo determina el artículo 83 de la Constitución;

Que según el artículo 277 de la Constitución, para la consecución del buen vivir, son deberes generales del Estado, promover e impulsar la ciencia, la tecnología, las artes, los saberes ancestrales y en general las actividades de la iniciativa creativa comunitaria, asociativa, cooperativa y privada;

Que según el artículo 278 de la Constitución, para la consecución del buen vivir, a las personas y a las colectividades, y sus diversas formas organizativas, les

corresponde producir, intercambiar y consumir bienes y servicios con responsabilidad social y ambiental;

Que según el artículo 385, numeral 3 de la Constitución, el sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, tendrá como finalidad desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir;

Que son responsabilidades del Estado, facilitar e impulsar la incorporación a la sociedad del conocimiento para alcanzar los objetivos del régimen de desarrollo, promover la generación y producción de conocimiento, fomentar la investigación científica y tecnológica, y potenciar los saberes ancestrales, para así contribuir a la realización del buen vivir, al sumak kawsay y garantizar la libertad de creación e investigación en el marco del respeto a la ética, la naturaleza, el ambiente, y el rescate de los conocimientos ancestrales, según lo establece el artículo 387 de la constitución, en los numerales 1,2 y 4;

Que en el artículo primero del Convenio de la diversidad biológica se promueve la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, mediante, entre otras cosas, un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta todos los derechos sobre esos recursos y a esas tecnologías, así como mediante una financiación apropiada; y,

Que el artículo primero del Protocolo de Nagoya establece como objetivo la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, incluso por medio del acceso apropiado a los recursos genéticos y por medio de la transferencia apropiada de tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta todos los derechos sobre dichos recursos y tecnologías y por medio de la financiación apropiada, contribuyendo por ende a la conservación de la diversidad biológica y la utilización sostenible de sus componentes.

**REFORMA A LOS ARTÍCULOS 401 Y 402 DE LA CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR DEL 2008**

**Art.1.** Cámbiese en el Título VII Régimen Del Buen Vivir, Capítulo segundo Biodiversidad y recursos naturales, Sección segunda Biodiversidad del Art. 401, un párrafo con el siguiente texto:

Se declara al Ecuador libre de sembríos agrícolas y semillas cultivables transgénicas. Excepcionalmente, y sólo en caso de interés nacional científicamente fundamentado se podrán utilizar semillas y sembríos agrícolas transgénicos. El Estado regulará bajo estrictas normas de bioseguridad, el uso y el desarrollo de la biotecnología moderna y sus productos, así como su experimentación, uso y comercialización. Se prohíbe la aplicación de biotecnologías riesgosas.

**Art.2.** Cámbiese en el Título VII Régimen Del Buen Vivir, Capítulo segundo Biodiversidad y recursos naturales, Sección segunda Biodiversidad del Art. 402, un párrafo con el siguiente texto:

Se prohíbe el otorgamiento de derechos, incluidos los de propiedad intelectual, sobre productos derivados o sintetizados, obtenidos a partir del conocimiento colectivo asociado a los recursos genéticos sin su debida autorización por la autoridad competente.

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Lo que se ha perseguido en Ecuador desde 1973 es la integración de la universidad, y centros investigativos públicos con las empresas privadas para lograr un desarrollo económico; el principal problema en el país de dicha integración, según lo plantea Torres 2020, es una centralización en los conocimientos científicos dentro de las instituciones públicas y una falta de demanda del mercado local hacia los productos derivados de esta ciencia. Adicional a ello, lo que más persigue el gobierno con sus planes del buen vivir es el desarrollo de bio-conocimientos y no la creación de bioproductos.

Si bien la evidencia científica juega un papel importante en la creación de políticas públicas, se debe tomar en consideración la opinión pública como una manera de políticas preventivas ya que como plantea (Zenteno, 2015), si solo se toma la opinión científica, esto podría producir una forma de políticas basadas en una ideología y no en democracia; además de que podría crearse un monopolio basado en intereses de expertos. Por ello, debe ser de interés del gobierno que el público esté capacitado.

Si bien los artículos científicos producidos en Ecuador podrían encontrarse en revistas de alto impacto, la principal limitante para hacerlo es la falta de inversión en ciencia y tecnología, ya que como lo expresan Ciocca & Delgado 2017, los investigadores en Latinoamérica, al tener un sueldo reducido y la falta de apoyo económico por parte de la industria privada no pueden pagar una publicación en revistas con costo de \$3000 o \$5000, por lo cual prefieren publicar en revistas que no cobren por la publicación; a esto se le debe sumar la falta de apoyo del gobierno e instituciones para firmar convenios con revistas de alto impacto haciendo difícil también conseguir investigaciones de importancia (Ciocca & Delgado, 2017). Se ve reflejado en Ecuador en el GII con un bajo output en publicaciones científicas.

Muchos de los problemas derivados del uso de los OGMs se deben al uso (o mal uso) de la tecnología por parte de los operadores o por una falencia en las políticas públicas; como lo menciona (Berman, 2013), la dependencia de pesticidas cada vez

más fuertes es fruto de la aplicación de los mismos por parte de los operarios y agricultores; además una sobreexposición produce la aparición de malezas resistentes tanto en cultivos transgénicos como en tradicionales. Como lo indica (Nicolia, 2013), se ha probado que los productos derivados de la biotecnología resultan seguros teniendo así vacunas y medicamentos; el problema relacionado a la salud humana, en cuanto a alimento, se relaciona directamente con el uso de los pesticidas o un mal manejo en la cadena de producción en donde se introducen sustancias extrañas. En cuanto a la contaminación genética, como lo menciona (Altman, 2012), está relacionada con un mal manejo en cuanto a políticas de uso de tierra, ya que al expandir el territorio para agricultura, no se toma en consideración el tipo de cultivo que va a ser utilizado sea transgénico o no y con ello no se tiene una regulación.

Ecuador presenta un alto índice de casos de enfermedades de corazón congénitas especialmente en territorio rural; en un estudio realizado se cree están asociadas a la altura (m.s.n.m) en la cual se encuentran los pobladores (Gonzalez, 2020); sin embargo como se planteó en los problemas de salud relacionados con el uso de pesticidas, resulta interesante que muchos de los lugares donde se registraron los casos de menores con problemas de corazón son los mismos con una actividad agrícola desarrollada como lo son Tungurahua, Azuay, Chimborazo y Cotopaxi y como se mostró, estos problemas se relacionaban directamente con aumento de presión en niños; por ello no se debería descartar la posibilidad que las enfermedades congénitas de corazón pueden estar relacionadas con el mal uso de los pesticidas.



## CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

En Ecuador, a pesar que se ha tratado de conseguir un desarrollo en ciencia, tecnología e innovación; no se ha logrado principalmente debido a problemas internos de regulación, conflictos de interés y un deficiente control y seguimiento en el manejo de los recursos designados para la creación de proyectos de ciencia dando una falta de interés en cuanto a inversión extranjera.

En cuanto a la apreciación de la población en tema de biotecnología, resulta evidente que tanto en la encuesta planteada por el MAE como en la propuesta para esta investigación las personas desconocen qué es la biotecnología; pero les resulta de interés conocer acerca de esta y que se eleven proyectos tanto científicos como legislativos para mejorar el entorno de esta ciencia en el país.

Queda claro cómo en Ecuador, a pesar de estar suscrito a convenios internacionales como el CDB, a centros dedicados a asesoramiento técnico y legal como el centro de ingeniería genética y biotecnología; a haber presentado internamente documentos como el de la percepción sobre OGMs, Biotecnología y bioseguridad y contar con centros de investigación y universidades dedicadas a esta ciencia; las leyes propuestas en 2008 no se hicieron bajo el marco de evidencia científica, sino más bien bajo una presión social de ciertos grupos con intereses que no reflejan la realidad de la población ecuatoriana como lo es el grupo anti-GMOs que tomó fuerza en los 2000 .

En el país, como se ha planteado en la investigación, el aspecto más complicado de solucionar, es el social ya que presenta un grado muy alto de desinformación y desconocimiento del tema en cuestión y esto juega un papel muy importante en el desarrollo de la ciencia en general.

En tema de propiedad intelectual, es evidente la existencia de vacíos legales en la normativa ecuatoriana en cuanto a organismos vivos; y que tomando la normativa internacional y las leyes más favorables para la parte afectada; promueven el aprovechamiento de los recursos genéticos del país fuera del mismo, incurriendo así en la biopiratería.

Con la reforma a los artículos de la constitución 401 y 402, si bien en el art. 401 resulta de igual manera en un candado constitucional; se debe tomar en consideración que los mismos no pueden sufrir cambios extremos como lo señala el art. 441; se brinda una flexibilización en cuanto a la ley y permite los cimientos para levantar una industria de biotecnología moderna ya que se excluye la palabra cultivo y a la biotecnología experimental que tanta controversia causan de este artículo y en cuanto al 402, al incluir la autorización por parte de la autoridad competente, se da una posibilidad que se registren como patente a los OGMs de diferentes ramas con base a la riqueza que presenta el Ecuador.

## **CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES**

Se debería hacer también una reforma al código INGENIOS en donde se incluyan temas de propiedad intelectual de organismos genéticamente modificados e impulsar la creación de la industria de biotecnología moderna que traiga principalmente inversión extranjera.

Por medio de políticas públicas, se debería impulsar la creación de leyes de ciencia y tecnología en el sector privado, esto con el fin de exigir una demanda de científicos en el país y evitar la fuga de cerebros además de un incremento en desarrollo del sector tanto social como económico brindando así un mejor entorno científico.

Se recomienda, por medio de los concursos proporcionados por el gobierno, desarrollar proyectos que favorezcan la difusión y capacitación de la biotecnología en la población ecuatoriana acabando así con el principal inconveniente, el cual es el desconocimiento del tema de la biotecnología.

En cuanto a las encuestas de migración, se debería cuantificar la cantidad de profesionales por área para determinar cuál es el sector más afectado en fuga de cerebros y de esta manera, por medio de políticas públicas, tratar de lograr una integración del sector a la industria ecuatoriana.

## CAPÍTULO VIII: BIBLIOGRAFÍA

Constitución del Ecuador, art 89 (1998).

Ley de propiedad intelectual (1998).

PROTOCOLO DE CARTAGENA (2000).

*Tratado internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura* . (2000).

Constitución de la República del Ecuador (2008).

LEY ORGANICA DEL REGIMEN DE LA SOBERANIA ALIMENTARIA (2010).

Ley orgánica del régimen de soberanía alimentaria (2010).

COIP (10 de Febrero de 2014).

Ley Orgánica de Defensa del Consumidor (16 de Enero de 2015).

Ley orgánica de Salud (2015).

CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN (08 de Junio de 2017).

CÓDIGO ORGÁNICO DEL AMBIENTE (12 de Abril de 2017).

Ley orgánica de agrobiodiversidad, semillas y fomento de la agricultura sustentable (2017).

Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria (3 de Julio de 2017).

LEY ORGÁNICA DE TIERRAS RURALES Y TERRITORIOS ANCESTRALES, Art.21 (21 de Agosto de 2018).

REGLAMENTO AL CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE (12 de Junio de 2019).

acuabiotec. (2019). Recuperado el 20 de Febrero de 2021, de <https://acuabiotec.com/>

Altman. (2012). Plant Biotechnology and Agriculture Prospects for the 21st Century. *Elsvier* .

Amit. (2018). INTER-SPECIFIC HYBRIDIZATION IN CUCURBITA SPECIES: CHALLENGES AND PROSPECTS. *ADVANCES IN ENVIRONMENT AND AGRICULTURE BIOTECHNOLOGY*.

Angerer. (2016). *Epipedobates anthonyi* bajo la apertura delimitada.

Berman. (2013). Can the world afford to ignore biotechnology solutions that address food insecurity? *Plant Molecular Biology Springer*.

BIO. (2018). *BUILDING THE BIOECONOMY 5TH EDITION*. Pugatch Consilium.

biotecdor. (2021). Recuperado el 20 de Febrero de 2021, de biotecdor.com

Bonilla. (2011). *Estado del país Informe cero. Ecuador 1950-2010*. Quito.

Brankov, T., & Lovre, K. (2018). *GM Food Systems and Their Economic Impact*. Boston: CABI.

Brookes, & Barfoot. (2018). Farm income and production impacts of using GM crop technology 1996–2016. *Taylor & Francis*.

Bugge. (2016). What Is the Bioeconomy? A Review of the Literature. *Sustainability*.

Carrera, E. (2019). Breve perspectiva de la situación actual de la Biotecnología en Ecuador. *ENFOQUE CIENTIFICO*.

Carus, M. (2018). The Circular Bioeconomy—Concepts, Opportunities, and Limitations. *INDUSTRIAL BIOTECHNOLOGY*.

CEDEPI. (2017). Recuperado el 20 de Febrero de 2021, de <http://cedepi.senadi.gob.ec/areas-tecnologicas/biotecnologia>

CEPAL. (14 de Diciembre de 2017). *cepal.org*. Recuperado el 21 de Enero de 2021, de <https://www.cepal.org/es/noticias/que-es-la-bioeconomia-cual-es-su-grado-desarrollo-america-latina-caribe>

Chirinos. (2020). Los insecticidas y el control de plagas agrícolas : la magnitud de su uso en cultivos de algunas provincias de Ecuador. *Cienc Tecnol Agropecuaria*.

Ciocca, & Delgado. (2017). The reality of scientific research in Latin America; an insider's perspective. *Cell Stress and Chaperones*, 847–852.

Corlett. (2017). A Bigger Toolbox: Biotechnology in Biodiversity Conservation. *Trends in Biotechnology*.

Deknock. (2019). Distribution of agricultural pesticides in the freshwater environment of the Guayas river basin (Ecuador). *Science of the Total Environment*, 996–1008.

Dunning. (2007). Widespread lateral gene transfer from intracellular. *Science*.

El Comercio. (2017 de Septiembre de 2012). Correa dice que prohibición constitucional de transgénicos es un "error". *El Comercio*.

El Comercio. (22 de Julio de 2017). La bioeconomía podría representar el 20% del PIB de Ecuador en varios años.

El Comercio. (19 de Febrero de 2019). *elcomercio.com*. Recuperado el 16 de Abril de 2021, de <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador-salud-medicina-enfermedades-raras.html>

FAO. (2020). *FAO.org*. Recuperado el 27 de 07 de 2020, de <http://www.fao.org/cgrfa/topics/biotechnology/en/>

Fernández, G., & Van der Meulen, B. (2017). The Legal GMO Concept. *European Institute for Food Law*.

Firdaus. (2012). Resistance to *Bemisia tabaci* in tomato wild relatives. *Euphytica*.

Gonzalez. (2020). HIGH ALTITUDE AND CONGENITAL HEART DISEASE IN ANDEAN HIGHLANDS POPULATIONS: THE CASE OF ECUADOR.

Graham. (2020). Genetically modified (GM) crop use in Colombia: farm level economic and environmental contributions. *Biotechnology in Agriculture and the Food Chain*.

Han, Zhou, & Liu. (2015). Attitudes in China about Crops and Foods Developed by Biotechnology. *Plos one*.

Handal. (2017). Characterization of pesticide exposure in a sample of pregnant women in Ecuador. *Arch Environ Contam Toxicol*.

Herrera. (2017). EL ORIGEN DE LA RELACIÓN ENTRE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y ESTADO EN EL ECUADOR. 11-26.

INABIO. (2019).

INEC. (2020). *Registro Estadístico de Entradas y Salidas Internacionales 2019*.

Intriago, R., & Bravo, E. (2015). Situación actual del Ecuador como territorio libre de transgénicos. *Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 264-275.

IUPAC. (1992). *Compendium of Chemical Terminology, 2nd ed. (the "Gold Book")*.

Jaime-Pérez. (2017). The sodium transporter encoded by the HKT1;2 gene modulates sodium/potassium homeostasis in tomato shoots under salinity. *Plant, Cell & Environment*.

Katirae, L. (2017). The Many Ways We Modify Our Food. *Medium*.

Ki-Hyun. (2016). Exposure to pesticides and the associated human health effects. *Science of the Total Environment*.

Kyndt. (2015). The genome of cultivated sweet potato contains *Agrobacterium* T-DNAs with expressed genes: An example of a naturally transgenic food crop. *Proc Natl Acad Sci USA*.

LATIPAD. (2021). *lp.espacenet.com/*. Recuperado el 17 de Febrero de 2021

LAVETEC. (2021). *lavetec.com.ec*. Recuperado el 21 de Febrero de 2021, de <https://lavetec.com.ec/>

Lucas, K. (12 de Enero de 2000). AMBIENTE-ECUADOR: Activistas impiden descarga de soja transgénica.

Lucht, J., & Hohn, T. (2015). Public Acceptance of Plant Biotechnology and GM Crops. *Viruses*, 4254-4281.

Macal. (2020). Genetically modified maize impacts in Honduras: production and social issues. *Transgenic Res*.

Macall. (2020). Genetically modified maize impacts in Honduras: production and social issues. *Transgenic Res*.

MAE. (2008). *ESTUDIO DE PERCEPCIÓN PÚBLICA "ORGANISMOS GÉNETICAMENTE MODIFICADOS, BIOTECNOLOGÍA Y BIOSEGURIDAD"*. Quito.

MAE. (2010). *CONSULTORÍA: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN TÉCNICA PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL ESTUDIO SOBRE LA SITUACIÓN DE LA BIOTECNOLOGÍA, OGM's Y BIOSEGURIDAD EN EL ECUADOR*.

MAE. (2016). *"ESTUDIO SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO 2011-2020 DEL PCSB EN EL PAÍS; PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR (PNBV) 2013-2017; ESTRATEGIA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD Y SU PLAN DE ACCIÓN (ENB-PA); Y, PROTOCOLO DE NAGOYA KUALA LUMPUR (PNKL) SOBRE RESPONS*. Quito.

MAE. (2016). Seminario Nacional sobre la implementación del Plan Estratégico 2011 – 2020 del Protocolo de Cartagena sobre la Seguridad de la Biotecnología.

MAE. (5 de Junio de 2017). *ambiente.gob.ec*. Recuperado el 21 de Enero de 2021, de <https://www.ambiente.gob.ec/seminario-bio-economia-inaugura-los-festejos-por-el-dia-mundial-del-ambiente/>

MAE. (2018). *Actualización de información sobre Biotecnología, Organismos Genéticamente Modificados y Bioseguridad*. Quito.

MAE. (30 de Abril de 2020). <http://www.bioseguridadecuador.gob.ec/>. Recuperado el 20 de Mayo de 2021, de <http://www.bioseguridadecuador.gob.ec/>

Maldonado. (2018). Orphan Drug Approval Route Under Ecuadorian Legislation.

Ministerio del Ambiente. (2016). *Estrategia Nacional de Biodiversidad 2015-2030 primera Edicion*. Quito.

Miras. (2019). Resistance to the Emerging Moroccan Watermelon Mosaic Virus in Squash. *The American Phytopathological Society*.

Moran. (2010). Lateral Transfer of Genes from Fungi Underlies Carotenoid Production in Aphids. *Science*.



Mosier, & Ladisch. (2009). *MODERN BIOTECHNOLOGY Connecting Innovations in Microbiology and Biochemistry to Engineering Fundamentals*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

NAGOYA, P. D. (29 de octubre de 2010).

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2017). *Preparing for future products of biotechnology*. Washington DC: THE NATIONAL ACADEMIC PRESS.

Nicolia. (2013). An Overview of the Last Ten Years of Genetically Engineered Crop Safety Research: Critical Reviews in Biotechnology. *HealthCare*.

NIH. (2020). <https://www.genome.gov/>. Recuperado el Mayo de 2021, de <https://www.genome.gov/genetics-glossary/Transgenic>

Okafor, & Okeke. (2017). *Modern Industrial Microbiology and Biotechnology*. CRC Press.

OMC. (1994). *Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio*.

OMPI. (2004). *WIPO Intellectual Property Handbook*. WIPO PUBLICATION.

OMPI. (2017). *The Global Innovation Index 2017*.

OMPI. (2018). *Global Innovation index 2018*.

OMPI. (2019). *Global Innovation Index 2019*.

OMPI. (2020). *GLOBAL INNOVATION INDEX 2020*. Ginebra.

OMPI. (2020). *World Intellectual Property Indicators 2020*.

ONU. (2002). *Declaración de Cancún de Países Megadiversos Afines*. México.

ONU. (2011). *Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios que se Deriven de su Utilización al Convenio sobre la Diversidad Biológica*. Nagoya.

OPS/OMS. (2007). *La equidad en la mira: la salud pública en Ecuador durante las últimas décadas*. Quito: OPS/MSP/CONASA.

Polo. (2019). Determinación social de la salud en el territorio: miradas de los trabajadores bananeros en Tenguel (Ecuador). *Rev Cienc Salud*.

Riascos-Flores. (2020). Polluted paradise: Occurrence of pesticide residues within the urban coastal zones of Santa Cruz and Isabela (Galapagos, Ecuador). *Science of the Total Environment*.

Santegoets. (2021). A novel non-trichome based whitefly resistance QTL in *Solanum galapagense*. *Euphytica*.

Scheper. (2000). *History of modern biotechnology*. Springer.

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida*. Quito.

SENACYT. (2007). *POLÍTICA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN DEL ECUADOR 2007 - 2010*. Quito.

SENPLADES. (2009). *Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013*.

SENPLADES. (2013). *Plan Nacional del Buen Vivir*.

SJR. (Abril de 2021). *Scimago Journal & Country Rank*. Recuperado el 27 de Mayo de 2021, de <https://www.scimagojr.com/countrysearch.php?country=EC>

Stabnikov, V. (2015). Construction Biotechnology: a new area of biotechnological research and applications. *Springer*, 1303–1314.

Suarez. (2020). Blood pressure after a heightened pesticide spray period among children living in agricultural communities in Ecuador. *Environ Res*.

SUBSECRETARIA DE PATRIMONIO NATURAL DIRECCIÓN NACIONAL DE BIODIVERSIDAD. (2010). *IMPLEMENTACION DEL MARCO NACIONAL DE BIOSEGURIDAD*.

SUPERCIAS. (2021). Recuperado el 20 de Febrero de 2021, de [https://appscvsmovil.supercias.gob.ec/portaldeinformacion/consulta\\_cia\\_menu.zul?expendiente=155289&tipo=1](https://appscvsmovil.supercias.gob.ec/portaldeinformacion/consulta_cia_menu.zul?expendiente=155289&tipo=1)

SUPERCIAS. (2021). Recuperado el 20 de Febrero de 2021, de [https://appscvsmovil.supercias.gob.ec/portaldeinformacion/consulta\\_cia\\_menu.zul?expediente=110048&tipo=1](https://appscvsmovil.supercias.gob.ec/portaldeinformacion/consulta_cia_menu.zul?expediente=110048&tipo=1)

SUPERCIAS. (2021). Recuperado el 20 de febrero de 2021, de [https://appscvsmovil.supercias.gob.ec/portaldeinformacion/consulta\\_cia\\_menu.zul?expediente=127192&tipo=1](https://appscvsmovil.supercias.gob.ec/portaldeinformacion/consulta_cia_menu.zul?expediente=127192&tipo=1)

SUPERCIAS. (2021). Recuperado el 21 de Febrero de 2021, de [https://appscvsmovil.supercias.gob.ec/portaldeinformacion/consulta\\_cia\\_menu.zul?expediente=50694&tipo=1](https://appscvsmovil.supercias.gob.ec/portaldeinformacion/consulta_cia_menu.zul?expediente=50694&tipo=1)

SUPERCIAS. (2021). Recuperado el 21 de Febrero de 2021, de [https://appscvsmovil.supercias.gob.ec/portaldeinformacion/consulta\\_cia\\_menu.zul?expediente=162487&tipo=1](https://appscvsmovil.supercias.gob.ec/portaldeinformacion/consulta_cia_menu.zul?expediente=162487&tipo=1)

Toro. (2018). EVALUACIÓN DE TRES MÉTODOS DE MONITOREO DE *Trialeurodes vaporariorum* EN EL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN *Lycopersicon sculentum* EN TUNSHI, CHIMBORAZO, ECUADOR. *V CONGRESO INTERNACIONAL DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA, EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN.*

Torres. (2020). Ecuador—Modern Biotechnology in Ecuador—Development and Legal Framework. *Springer.*

Tymowski, G. M. (2008). *Guía Explicativa del Tratado Internacional sobre los recursos fitogenéticos para la Alimentacion y la agricultura.*

Valarezo. (2008). Diagnóstico de la “mosca blanca” en Ecuador. *La Granja.*

Viteri. (2020). Enfermedades Huérfanas . *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 627-636.

Vosman. (2018). Broad spectrum insect resistance and metabolites in close relatives of the cultivated tomato. *Euphytica.*

Warsito. (2020). Stable establishment of wMel *Wolbachia* in *Aedes aegypti* populations in Yogyakarta, Indonesia. *Plos.*

WHO. (2005). *THE WHO RECOMMENDED CLASSIFICATION OF PESTICIDES BY HAZARD AND GUIDELINES TO CLASSIFICATION 2004*. Ginebra.

Woźniak, Tyczewska, & Twardowski. (2020). A Shift Towards Biotechnology: Social Opinion in the EU. *Trends in biotechnology*.

Zenteno. (2015). El reenfoque de la biotecnología en el Ecuador: influencia y visión de un nuevo grupo de poder.