

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA
CARRERA DE COMERCIO Y FINANZAS INTERNACIONALES**

TEMA:

**Análisis costo-beneficio sustentable de biofertilizantes como sustituto de agroquímicos
para la producción de banano en la ciudad de Machala-El Oro**

AUTORAS:

**Laman Peña, Diana Doménica
Piña Posligua, Ericka Elizabeth**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
Licenciada en Comercio y Finanzas Internacionales Bilingüe**

TUTOR:

Econ. Hidalgo Proaño José Luis, Mgs.

Guayaquil, Ecuador

A los 15 del mes de septiembre del año 2022



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA
CARRERA DE COMERCIO Y FINANZAS INTERNACIONALES**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Laman Peña, Diana Doménica y Piña Posligua, Ericka Elizabeth**, como requerimiento para la obtención del título de Licenciado en Comercio y Finanzas Internacionales Bilingüe.

TUTOR:

Econ. Hidalgo Proaño José Luis, Mgs.

DIRECTORA DE LA CARRERA

Ing. Knezevich Pilay, Teresa Susana, PhD.

Guayaquil, a los 15 del mes de septiembre del año 2022



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA
CARRERA DE COMERCIO Y FINANZAS INTERNACIONALES

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Laman Peña, Diana Doménica

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Análisis costo-beneficio sustentable de biofertilizantes como sustituto de agroquímicos para la producción de banano en la ciudad de Machala-El Oro** previo a la obtención del título de Licenciada en Comercio y Finanzas Internacionales Bilingüe, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 15 del mes de septiembre del año 2022

LA AUTORA:

Laman Peña, Diana Doménica



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA
CARRERA DE COMERCIO Y FINANZAS INTERNACIONALES**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Piña Posligua, Ericka Elizabeth

DECLARO QUE:

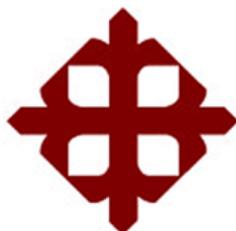
El Trabajo de Titulación, **Análisis costo-beneficio sustentable de biofertilizantes como sustituto de agroquímicos para la producción de banano en la ciudad de Machala-El Oro** previo a la obtención del título de Licenciado en Comercio y Finanzas Internacionales Bilingüe, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 15 del mes de septiembre del año 2022

EL AUTOR /LA AUTORA:

Piña Posligua, Ericka Elizabeth



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA
CARRERA DE COMERCIO Y FINANZAS INTERNACIONALES**

AUTORIZACIÓN

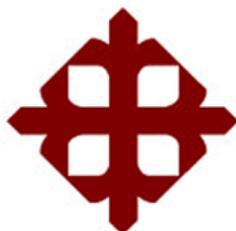
Yo, Laman Peña, Diana Doménica

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Análisis costo-beneficio sustentable de biofertilizantes como sustituto de agroquímicos para la producción de banano en la ciudad de Machala-El Oro**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 07 del mes de septiembre del año 2022

LA AUTORA:

Laman Peña, Diana Doménica



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESAS
CARRERA DE COMERCIO Y FINANZAS INTERNACIONALES**

AUTORIZACIÓN

Yo, Piña Posligua, Ericka Elizabeth

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Análisis costo-beneficio sustentable de biofertilizantes como sustituto de agroquímicos para la producción de banano en la ciudad de Machala-El Oro**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 07 del mes de septiembre del año 2022

LA AUTORA:

Piña Posligua, Ericka Elizabeth



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESAS
CARRERA DE COMERCIO Y FINANZAS INTERNACIONALES**

Certificación de Antiplagio

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado **Análisis costo-beneficio sustentable de biofertilizantes como sustituto de agroquímicos para la producción de banano en la ciudad de Machala-El Oro**, presentado por los estudiantes **Laman Peña, Diana Doménica y Piña Posligua, Ericka Elizabeth**, fue enviado al Sistema Antiplagio URKUND, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al (0%), por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.

Ouriginal
by Turnitin

Document Information

Analyzed document	UTE BIOFERTILIZANTES COMPLETO 02.09.22.docx (D143547687)
Submitted	2022-09-03 02:14:00
Submitted by	
Submitter email	ericka.pina@cu.ucsg.edu.ec
Similarity	0%
Analysis address	jose.hidalgo01.ucsg@analysis.urkund.com

 Firmado electrónicamente por:
**JOSE LUIS
HIDALGO**

TUTOR:
Econ. Hidalgo Proaño José Luis Mgs.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por ser la luz de mi camino y quien me lleno de fuerzas, paz y sabiduría necesaria para lograr un sueño más en mi vida acompañada de las personas que más amo.

A mis padres Roberto y Valeria, por su apoyo en todo momento y aspecto de mi vida, por ser ejemplo de perseverancia, responsabilidad, dedicación

A mis hermanos, gracias por ser mis mejores amigos en este mundo, por siempre estar para mí en mis peores momentos, sacándome las sonrisas más sinceras del mundo

A mis abuelos por ser los pilares fundamentales de mi vida, por enseñarme entre tantas cosas a seguir adelante y luchar por mis sueños

A cada una de las personas que a lo largo del camino formaron parte de esta etapa de mi vida y me brindaron su amor y apoyo incondicional, como mujer y profesional. de manera muy especial a la Ing. María Josefina Alcívar Avilés por su apoyo incondicional.

Diana Doménica Laman Peña

Agradecimiento

A Dios principalmente, su amor y su bondad una vez más queda en evidencia, agradezco por tantas bendiciones y por darme la oportunidad de culminar esta etapa, por haberme otorgado una familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre y me han apoyado en todo momento. No puedo estar más feliz y agradecida con Dios por mi familia.

A la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Facultad de Economía y Empresa y a mis docentes que a través de mis años universitarios me brindaron sus conocimientos y enseñanzas para formarme como una excelente profesional; de manera muy especial a la Ing. María Josefina Alcívar Avilés por su don de enseñanza con paciencia, gentileza y amor a lo largo de mi carrera.

Ericka Elizabeth Piña Posligua

Dedicatoria

Al forjador de mi camino, a Dios, el que me acompaña y siempre me levanta de mi continuo tropiezo.

Dedico este sueño a aquellas personas que han hecho todo para que yo llegue hasta aquí, hoy quiero agradecerles todo lo que se han esforzado desde el momento en que nací e incluso antes que eso, ya buscaban maneras de ofrecerme siempre lo mejor, han trabajado duro y sin importar que tan cansado sea siempre lo hacían parecer muy fácil para mí y para que hoy pueda celebrar este momento, para que pueda estar aquí, pueda estar mirándolos a los ojos empapados y agradeciéndoles delante de tantas personas todo lo que han hecho por mí, sin ellos no habría logrado mi sueño y no existen suficientes palabras para agradecerles, es por ello que hoy dedico este logro a ellos, por ser el más grande motivo para el cumplimiento de mis objetivos que significan alegría y orgullo para mí y también para ellos; hoy dedico este sueño a mis padres, mi motor principal en la vida. ¡¡¡Lo logramos papas!!!

A mis hermanos y abuelos, dedico este proyecto lleno de tantos sueños y esfuerzos, porque me han brindado y demostrado su apoyo y amor incondicional a lo largo de mi vida en buenos y malos momentos. Todo lo que soy y seré es por y para ustedes.

Diana Doménica Laman Peña

Dedicatoria

Este trabajo de titulación es dedicado en primer lugar a Dios, quien ha sido mi guía, me ha brindado la fuerza y sabiduría en todo momento de mi vida.

A mi papi quien me ha apoyado y gracias a su esfuerzo puedo culminar esta etapa de mi vida, que la vida me alcance para poder agradecerle todo lo que él ha hecho por mí, que Dios nos permita seguir compartiendo momentos juntos.

A mi mami quien estuvo conmigo en todo momento, apoyándome y acompañándome en mis momentos de estudio, termine esta etapa y me hubiese encantado que este junto a mí, pero desde el cielo ella celebra este gran logro conmigo.

A mi hermana Brigitte le dedico este arduo trabajo, es la persona que me motiva a ser mejor cada día, mi motor de vida, saca la mejor versión de mí, tu ñaña eres el mejor ejemplo de amor puro e incondicional y es por eso que te dedico esta meta cumplida.

Ericka Elizabeth Piña Posligua



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA
CARRERA DE COMERCIO Y FINANZAS INTERNACIONALES**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Econ. Hidalgo Proaño José Luis Mgs.
TUTOR(A)

Ing. Knezevich Pilay, Teresa Susana, PhD.
DIRECTORA DE CARRERA O DELEGADO

Eco. María Teresa Alcivar Aviles, PhD.
COORDINADOR DEL ÁREA

Ing. Echeverria Bucheli Mónica Patricia, Mgs.
OPONENTE

Índice general

Introducción	2
Capítulo 1: Generalidades de la investigación.....	3
Antecedentes	3
Descripción de problema.....	4
Sistematización de problema.....	5
Preguntas específicas de investigación	5
Delimitación del tema	5
Justificación del problema.....	6
Objetivos	8
Objetivo general	8
Objetivos específicos.....	8
Capítulo II.....	9
Marco teórico, conceptual y metodológico.....	9
Marco teórico	9
Economía circular.....	9
Desarrollo sustentable.....	12
Agroecología	15
Bioquímica agrícola.....	18
Marco referencial	19
Marco conceptual	21
Análisis de costo beneficio sustentable	21
Agroquímicos	22
Bioquímicos.....	23
Marco metodológico	27
Capítulo III.....	32
Análisis de resultados	32
3.1. Resultados del grupo de discusión	32
3.2. Resultados de la entrevista	35
3.3. Análisis general de los resultados	38
3.4. Uso de agroquímicos en el sector agrícola ecuatoriano	39
3.5. Uso de agroquímicos en el sector bananero	42
Capítulo IV.....	51
Consumo de biofertilizantes en la producción ecuatoriana	51

4.1. Consumo de biofertilizantes en la producción agrícola	51
Capítulo V.....	60
Análisis costo beneficio sustentable	60
5.1. Desventajas asociadas con el uso de agroquímicos según la legislación ecuatoriana ..	60
5.2. Costo beneficio sustentable asociado con el uso de biofertilizantes	66
CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES	73
Bibliografía	74

Índice de tablas

Tabla 1 Fertilizantes utilizados en la producción bananera	43
Tabla 2 Ingredientes activos presentes en agroquímicos utilizados para la fumigación aérea en plantaciones de banano	45
Tabla 3 Agrotóxicos empleados en la fumigación terrestre.....	48
Tabla 4 Análisis comparativo de los indicadores de rentabilidad de banano convencional en una hectárea al año.....	55
Tabla 5. Resultado de la prueba de McNemar para detectar cambios en la siembra de banano orgánico. Leyenda: a. Distribución binomial utilizada.....	56
Tabla 6 Comparativa de los costos en la producción de banano convencional y orgánico	57
Tabla 7. Oferta de banano orgánico.....	58
Tabla 8 Legislación vigente que regula el uso de agroquímicos en el Ecuador	61
Tabla 9 Costos y rentabilidad de la producción de banano	68

Índice de figuras

Figura 1 Uso de agroquímicos en la producción de cultivos permanentes.....	39
Figura 2 Uso de agroquímicos	40
Figura 3 Porcentaje de productores que han recibido capacitación en el uso de agroquímicos	41
Figura 4 Destino de los envases de agroquímicos	47
Figura 5 Producción de banano orgánico.....	52
Figura 6 Uso de agroquímico en los cultivos permanentes	53
Figura 7. Biofertilizantes	54
Figura 8. Fincas productoras de banano orgánico	58

Resumen

El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de determinar el costo-beneficio sustentable de la sustitución de agroquímicos por biofertilizantes para el sector agrícola de la producción bananera en la ciudad de Machala. En este caso, según se logró identificar a partir del análisis preliminar de los antecedentes de estudio, actualmente debido a diversos factores externos se ha registrado un incremento del 80% al 150% en el precio de los fertilizantes que se utilizan en la producción agrícola, esta situación ha llevado a la necesidad de analizar otras alternativas como el uso de biofertilizantes. Para llevar a cabo la investigación se realizó un análisis documental y un estudio de campo mediante la realización de un grupo de discusión en el que participaron nueve productores bananeros de la ciudad de Machala registrados en la Cámara de Productores Bananeros de la Provincia de El Oro, y a su vez se realizaron entrevistas a dos expertos en el área de agronomía. Los resultados permitieron concluir que la mayoría de productores bananeros utilizan agroquímicos, sin embargo, debido al incremento del precio de estos insumos, no descartan la opción de utilizar biofertilizantes. Por otra parte, a través del análisis realizado se logró determinar que el costo beneficio sustentable del uso de biofertilizantes es mayor a mediano y largo plazo, puesto que el costo de estos insumos puede ser menor en comparación con los fertilizantes químicos, además permite preservar el medio ambiente y proteger los suelos y las aguas superficiales a la vez que contribuye a mineralizarlos, lo que puede favorecer a futuros cultivos.

Palabras claves: Biofertilizantes, fertilizantes, costo-beneficio, sustentabilidad, agroecología.

Abstract

The present work was developed with the objective of determining the sustainable cost-benefit of the substitution of agrochemicals for biofertilizers for the agricultural sector of banana production in the city of Machala. In this case, as it was possible to identify from the preliminary analysis of the study background, currently due to various external factors there has been an increase of 80% to 150% in the price of fertilizers used in agricultural production, this situation has led to the need to analyze other alternatives such as the use of biofertilizers. To carry out the research, a documentary analysis and a field study were carried out by conducting a discussion group in which ten banana producers from the city of Machala registered in the Chamber of Banana Producers of the Province of El Oro participated, and in turn interviews were conducted with two experts in the area of agronomy. The results allowed us to conclude that the majority of banana producers use agrochemicals, however, due to the increase in the price of these inputs, they do not rule out the option of using biofertilizers. On the other hand, through the analysis carried out, it was possible to determine that the sustainable cost-benefit of the use of biofertilizers is higher in the medium and long term, since the cost of these inputs may be lower compared to chemical fertilizers, and it also allows preserving the environment and protect soils and surface waters while helping to mineralize them, which can favor future crops.

Keywords: Biofertilizers, fertilizers, cost-benefit, sustainability, agroecology.

Introducción

La actividad bananera en el Ecuador se ha caracterizado a lo largo de los años desde su potencialización, como una de las principales generadoras de ingresos del país, tanto así que en la actualidad la superficie del cultivo de banano es una de las mayores y por el reconocimiento internacional que el banano ecuatoriano ha logrado obtener, es el principal generador de producto interno bruto PIB, y que para determinadas localidades como la provincia de El Oro y particularmente el cantón Machala, representa una fuente de ingresos significativas que ha generado también el reconocimiento específicos de las mismas en todo el mundo.

Particularmente la producción bananera ecuatoriana ha pasado por diversas transformaciones relacionadas con la innovación de los procedimientos que van de la mano con la tecnología y el usos de insumos para hacer más efectiva su producción, sin embargo, durante muchas décadas el uso de agroquímicos fue la principal alternativa para hacer frente a las plagas que al verse atraídas por las plantaciones de este fruto dañaban y contaminaban, cuyo resultado desencadenaba en pérdidas significativas para el sector; ante esto, y conforme a un sinnúmero de investigaciones a nivel mundial, así como empujados por una demanda de productos cada vez más saludables y orgánicos, se han ido creando y empleando en los cultivos de banano biofertilizantes que como su nombre lo indica, están compuestos por ingredientes biológicos que cumplen el mismo rol que los agroquímicos, sin embargo, cabe acotar que a pesar de todas las investigaciones, no todas las fincas bananeras del país se acogen al uso de estos insumos atribuidos a factores que se describirán detalladamente a lo largo del documento.

Cabe mencionar que la utilidad de esta investigación radica en que será posible determinar el costo-beneficio sustentable de la sustitución de agroquímicos por biofertilizantes para el sector agrícola de la producción bananera en la ciudad de Machala, para lo cual se incurrirá en la búsqueda de información complementaria y fundamentar teóricamente la investigación, consecuentemente se requerirá determinar el consumo de agroquímicos por el sector bananero de la provincia de El Oro, así como existe la necesidad de determinar el consumo de biofertilizantes por los bananeros en esta localidad para finalmente efectuar un análisis del costo beneficio, determinar cuán sustentable es la sustitución de agroquímicos por biofertilizantes, y establecer las respectivas conclusiones del caso analizado. Se determina que este proyecto de tesis se estructura a través de varios capítulos, cada uno ligados en relación a los objetivos.

Capítulo 1: Generalidades de la investigación

Antecedentes

A través de los años, la agricultura se ha constituido en una de las actividades estratégicas de mayor relevancia para la economía de diversos países de la región y del mundo, no solo porque a través de esta actividad se logra abarcar las necesidades asociadas con el abastecimiento de alimentos para la población, sino también por su participación en las exportaciones que generan importantes ingresos para los Estados. Sin embargo, a pesar de su contribución, también genera afectaciones sobre el medio ambiente; no solo por la deforestación para los cultivos, sino también por el uso excesivo de agroquímicos y fertilizantes que por sus componentes contaminan las aguas subterráneas y los suelos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2018).

Ante estos escenarios, en las últimas décadas se han analizado alternativas para garantizar la sostenibilidad y reducir el impacto asociado con esta actividad. La seguridad ambiental de la producción agrícola requiere una reducción en el uso de fitosanitarios químicos. Los biofertilizantes con el efecto de inducir la resistencia a las enfermedades y activar las reacciones de defensa de las plantas ante condiciones ambientales adversas actúan como una alternativa a los preparados químicos (Izaguirre, Labandera, & Sanjuán, 2020).

Esta investigación trata de explicar cuán factible es la sustitución de agroquímicos por biofertilizantes para analizar la sostenibilidad de los mismos y que esto no comprometa las necesidades de las generaciones futuras. En primera instancia es importante señalar que el término biofábrica hace referencia a la producción de plantas y semillas mejoradas de manera ecológica, provenientes de la naturaleza por medio de la creación – transformación de bienes vivos que se obtienen mediante procedimientos biotecnológicos, son nuevas tecnologías para balancear la necesidad del ser humano como los biofertilizantes.

Por otra parte, los biofertilizantes son productos que no contaminan el suelo, sino por el contrario enriquecen la capacidad productiva, es una sustancia que contiene microorganismos vivos que cuando se aplica en la producción agrícola promueve las cosechas sin dañar el suelo y el medio ambiente. La implementación de estos productos no solo mejora la producción, también mejoran el entorno donde se usan ya que de manera natural se recuperan los nutrientes del suelo, mejorando la textura e incrementando la vida útil haciendo que se mantenga óptimo para nuevos cultivos (Paz, 2020).

En consecuencia, los biofertilizantes son una alternativa para sustituir los fertilizantes y pesticidas químicos debido a la crisis mundial que impacta la producción de banano en el Ecuador, incluso desde antes del conflicto o la guerra entre Rusia y Ucrania donde los productores bananeros lidian con la escasez y precios en alza de estos insumos por problemas en la cadena de suministro global. Como consecuencia a estos escenarios, ha surgido la inquietud de que existan suministros suficientes para abastecer el año cursante.

El sector agro exportador ecuatoriano también se vio afectado por la escasez y alza en los precios de dichos fertilizantes en un promedio del 80% al 150% dependiendo del producto; lo cual a su vez imposibilita exportar banano a todos los mercados especialmente a Rusia (Vera, 2022). En el Ecuador, el banano se ha constituido en una de las principales frutas de exportación; a su vez, el país importa los principales fertilizantes de Rusia y Ucrania por lo cual los agricultores ven a los biofertilizantes como una solución sostenible a el presente problema (El Productor, 2022).

Descripción de problema

La agricultura es de vital importancia en la vida cotidiana de la población, puesto que es una actividad fundamental para el desarrollo no solo económico sino también para el ser humano, siendo la misma sociedad la mayor beneficiaria del mismo. La agricultura está atravesando una crisis ya que el uso excesivo de fertilizantes y pesticidas están deteriorando el suelo y esto a su vez la calidad del agua del subsuelo, los minerales que se encuentran de forma natural en el suelo, entre otros. Para esto se busca una nueva alternativa sostenible que es la implementación de biofertilizantes elaborados por las biofábricas, que son un sustituto de los fertilizantes químicos, con este cambio se busca lograr que la agricultura sea más ecológica, rentable y sostenible para el planeta.

La provincia de El Oro es conocida como la capital bananera y representa cifras importantes para la economía del país; por esto la implementación de los biofertilizantes mejora la calidad de los alimentos y también ayudan a preservar el ecosistema, haciéndolo más sostenible, aunque esto resulta un desafío. Por lo tanto, es importante determinar o realizar una investigación que determine los costos beneficios sustentables de los biofertilizantes.

Sistematización de problema

Formulación del problema

¿Cuál es el costo-beneficio sustentable de biofertilizantes como sustituto de agroquímicos para la producción de banano en la ciudad de Machala-El Oro?

Indicadores

- Fundamentación teórica de la investigación.
- Consumo de agroquímicos por los bananeros de la provincia de El Oro.
- Consumo de biofertilizantes por los bananeros de la provincia de El Oro.
- Análisis costo beneficio sustentable de la sustitución de agroquímicos por biofertilizantes.

Preguntas específicas de investigación

- ¿Cómo se fundamenta teóricamente la investigación?
- ¿Cómo es el comportamiento de la demanda de consumo de agroquímicos por los bananeros de la provincia de El Oro?
- ¿Cómo es el comportamiento de la demanda de consumo de biofertilizantes por los bananeros de la provincia de El Oro?
- ¿Cuál es el resultado del análisis costo-beneficio sustentable de los biofertilizantes como sustituto a agroquímicos para la producción bananera de la ciudad de Machala?

Delimitación del tema

Los criterios que delimitan el presente tema de investigación hacen referencia a los factores espacial, temporal y teórico:

- Delimitación espacial: Ecuador, producción bananera de la provincia de El Oro.
- Delimitación temporal: 2021 – 2022.
- Delimitación teórica: economía circular – desarrollo sustentable.

Justificación del problema

La presente investigación toma como punto de partida el análisis costo-beneficio de los biofertilizantes como sustitutos de agroquímicos para la producción de banano, con el propósito de fortalecer el desarrollo sustentable del país en una de las producciones más importantes como es el banano, siendo este un producto de primera necesidad en el Ecuador y también uno de los de mayor participación en las exportaciones que se realizan hacia otros países de la región y del mundo.

Por otro lado, se toma en consideración que la guerra actual que existe entre Rusia y Ucrania ha traído consigo escasez de productos agroquímicos y precios en alza de estos insumos por problemas en la logística de importación, lo cual genera un gran malestar dentro de los agricultores ecuatorianos de que exista suministros suficientes para su consumo y a su vez trae consigo el retraso o la no posibilidad de poder abastecer a los exportadores de banano y pueda cumplirse el abastecimiento de la fruta a otros países.

A su vez, se considera que este proyecto está relacionado con lo que se expone a través de los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS, los cuales son parte de una propuesta de cambio establecida por las Naciones Unidas (PNUD, 2015) para hacer frente a diversos problemas sociales y ambientales como la mitigación de la pobreza, potencializar la paz y cuidado del medio ambiente; Específicamente los objetivos y ejes a los que se acoge este proyecto son:

- **Objetivo 12: Producción y consumo responsable:** Este objetivo tiene como finalidad un cambio en los métodos de producción y consumo de los productos y recursos. Además, busca promover la eliminación de desechos tóxicos y contaminantes antes, durante y después del producto de obtención de bienes o producción a grandes escalas; específicamente los ejes sobre los cuales se basa este objetivo son:
 - Uso eficiente del agua.
 - Disminución de emisiones.
 - Manejo de residuos.
 - Eficiencia energética.

- **Objetivo 13: Acción por el clima:** debido a los efectos generados por el cambio climático producto de la industrialización, consumismo, uso de combustibles fósiles, así como de otro sin número de productos químicos, han acelerado la degradación del medio ambiente. Por ello, los principales ejes sobre este objetivo son; Educación, Financiamiento, Incentivos y Gestión del Cambio Climático.

Consecuentemente estos, objetivos se han tomado también como punto de referencia para planes estatales, como por ejemplo el Plan de Creación de Oportunidad de Ecuador 2021-2025 propuesto desde la Secretaria Nacional de Planificación (2021), donde se destaca a su vez que en el Ecuador no solo es importante la diversificación industrial, sino también ser un país de verdaderas oportunidades en materia económica y de trabajo, esto de manera de directrices que propicien la gestión del territorio para la transición ecológica bajo lineamientos como;

- Actividades económicas sostenibles.
- Acciones para mitigar afectaciones al ambiente.
- Gobernanza para la sostenibilidad.

De los lineamientos antes expuestos, la transición ecológica aplica también en los procesos agrícolas, donde es necesario buscar alternativas ambientalmente amigables o cuyo impacto no sea devastador tanto en su producción como aplicación, tal es el caso de algunos productos agrícolas que son responsables de muchos problemas de contaminación ambiental a lo largo del tiempo.

El estudio se concentra principalmente en analizar el costo beneficio sustentable de la sustitución de fertilizantes basado en el desarrollo sustentable y la economía circular para el sector bananero permitiendo su fácil disponibilidad en el mercado, podría cambiar las condiciones de producción del sector agrícola. Estos son una gran opción como sustitutos de los fertilizantes químicos, ya que es una sustancia que contiene microorganismos vivos, que cuando se aplica a semillas, plantas o suelo, promueve el crecimiento al aumentar el suministro o la disponibilidad de nutrientes primarios para la planta, ayuda a mejorar el rendimiento en la producción de cultivos a la vez que protege o mantiene y regenera las condiciones ambientales por ello se justifica la importancia de esta investigación haciendo de

esto una economía sustentable.

Objetivos

Objetivo general

Determinar el costo-beneficio sustentable de la sustitución de agroquímicos por biofertilizantes para el sector agrícola de la producción bananera en la ciudad de Machala.

Objetivos específicos

- Fundamentar teóricamente la investigación.
- Determinar el consumo de agroquímicos por el sector bananero de la provincia de El Oro.
- Determinar el consumo de biofertilizantes por los bananeros de la provincia de El Oro.
- Analizar el costo beneficio sustentable de la sustitución de agroquímicos por biofertilizantes.

Limitaciones de la investigación

Las limitaciones que se han identificado están relacionadas con la carencia de cierta información actualizada relacionada tanto en el Ecuador como del cantón Machala sobre el uso de biofertilizantes en las plantaciones bananeros que permitiesen efectuar la comparativa más detallada de su costo-beneficio con varios tipos de agroquímicos o los comúnmente empleados para esta actividad; de igual manera, existen pocas referencias y datos sobre las empresas bananeras ecuatorianas y del sector de estudio sobre las certificaciones obtenidas por el uso de biofertilizantes.

Capítulo II

Marco teórico, conceptual y metodológico

En el presente capítulo se realiza un análisis de la información teórica que proporcionará el sustento bibliográfico requerido para la investigación. Para este efecto se abordan diferentes teorías que guardan relación con el tema de investigación, tales como: la economía circular, el desarrollo sustentable, la agroecología, y la bioquímica agrícola. Además, se analizan los trabajos referenciales que se han desarrollado sobre esta temática, se presenta el marco conceptual en el que se describen los aportes teóricos relacionados con el análisis de costos, agroquímicos y bioquímicos. Finalmente, se presenta el marco metodológico en el que se detalla los lineamientos a seguir para llevar a cabo la investigación.

Marco teórico

Teoría de Economía circular

El objetivo central de la economía circular es ahorrar recursos naturales y utilizar los materiales de manera eficiente y sostenible, así como este concepto está ligado a un modelo económico en el que no se producen constantemente más bienes sino sacar el máximo provecho a los ya disponibles esto de acuerdo con lo expuesto por organismos como la Unión Europea UE (2015). El consumo se basa en el uso de servicios en lugar de la propiedad: compartir, alquilar y reciclar. Al final, los materiales no se destruyen, sino que se crean nuevos productos una y otra vez. Las tecnologías limpias, bajas en carbono y la bioeconomía están todas relacionadas con la economía circular.

Ampliando más lo expuesto sobre la economía circular se toma como referencia la conceptualización directa que ha definido la UE:

La economía circular es un modelo de producción y consumo que implica compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales y productos existentes todas las veces que sea posible para crear un valor añadido. De esta forma, el ciclo de vida de los productos se extiende (p. 3).

La transición a una economía circular es inevitable en el futuro, tomando en consideración todos los efectos que se han visualizado en el mundo producto de la actividad humana. Si la transición se hace a tiempo y según lo planeado, la economía de muchos países

en el mundo, especialmente los que están en vías de desarrollo podrán beneficiarse y volverse pioneras, puesto que en la actualidad aún existen naciones en las que los recursos que han cumplido su vida útil se desechan sin un proceso previo de evaluación y sobre todo de forma responsable. En este momento, países europeos como Finlandia tiene una gran oportunidad para crear nuevas innovaciones y ofrecer soluciones para la exportación también (Graziani, 2018).

Según Nogueira y vence (2021) “Economía circular (economía circular) - en un sentido general, es una economía basada en la renovación de recursos, una alternativa a la economía lineal tradicional (creación, uso, eliminación de residuos)” (p. 1).

En un mundo digital y similar a una red, las operaciones de las empresas en crecimiento de la economía circular se construyen en ecosistemas flexibles. Las soluciones de energía renovable, la agricultura y la silvicultura sostenibles o el suministro responsable de agua pueden ser negocios rentables y actividades de inversión productivas. Las extensas redes de cooperación son el capital más valioso en la economía circular. La cooperación que traspasa las fronteras sectoriales también debería extenderse a las estructuras de financiación.

Particularmente los pasos que se han determinado relevantes para que se genere la economía circular con base a lo manifestado por la Organización de Naciones Unidas son:

- Identificación de las materias primas que pueden servir.
- Diseño de los materiales que serán producidos.
- Producción reelaboración.
- Distribución de estos materiales.
- Consumo, utilización, reutilización y reparación.
- Recogida de los desechos.
- Reciclado de todos los productos de los cuales es posible sacar un posterior provecho, el resto se categoriza como desechos residuales (ONU, 2018).

Teoría de desarrollo económico sostenible ambientalmente

De acuerdo a lo manifestado por Jiménez *et al.* (2020):

Tiene como principal objetivo, motivar el crecimiento económico de las naciones, a través de la implementación de medidas económicas y políticas, que favorezcan al

ambiente, y eliminen factores adversos que retrasan o perjudican la obtención de recursos, tanto renovables como no renovables (p. 51).

El concepto de desarrollo sostenible concibe el desarrollo como un proceso armónico, donde la explotación de los recursos, la dirección de las inversiones, la orientación del cambio tecnológico y las transformaciones institucionales deben corresponderse con las necesidades de las generaciones presentes y futuras. Así, se presenta el desarrollo como un proceso que requiere un progreso global, tanto en materia económica y social como en los órdenes ambiental y humano.

Según Dourojeanni (2000), el desarrollo sostenible tiene tres objetivos fundamentales: el crecimiento económico, la equidad (social, económica y ambiental) y la sostenibilidad ambiental. Este concepto emerge como un nuevo paradigma que parte de una visión holística del mundo y que propone un modelo de desarrollo desde otra mirada. La novedad, la complejidad y la importancia del tema promovieron muchas dudas y preocupaciones; por ello, desde su génesis hasta la actualidad mucho se ha hablado y estudiado sobre el tema (Cruz, 2003).

De Camino y Muller (1993) elaboraron un resumen a partir de los conceptos de sostenibilidad defendidos por varios autores, en el que se contempla las dimensiones ecológica, económica y social. Consideran que un ecosistema es sostenible ecológicamente cuando, bajo uso, mantiene a través del tiempo las características fundamentales en cuanto a componentes e interacciones en forma indefinida; sostenible económicamente, cuando este produzca una rentabilidad razonable y estable a través del tiempo a quien lo maneje; y desde el punto de vista social, explican que un sistema será sostenible cuando el manejo y la organización de este sean compatibles con los valores culturales y éticos del grupo involucrado.

Teoría de la globalización

Con base a lo manifestado por Milá (2019):

La teoría de la globalización enfatiza las transacciones económicas, ponderadas bajo el aporte del desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación, y sus elementos políticos y económicos desde la perspectiva de los contextos culturales. Sin embargo, los países que han alcanzado mayores niveles de desarrollo económico son aquellos que mantienen sus mercados financieros regulados (p. 55).

De hecho, organismos internacionales como la UNCTAD consideran que la inversión privada es clave para el avance de los países menos adelantados, ya que el desarrollo es un tema multifacético y complejo en el que el sector privado es el actor clave. También señalan que las empresas extranjeras juegan un papel clave en la superación de la trampa de la riqueza al invertir en países pobres (AFP y DPA, 2001).

La complejidad de las relaciones entre lo local y lo global está subrayada por las contribuciones a la teoría de la globalización, por ejemplo, Robertson (1995) acuñó el término "glocalización", que se refiere a la globalización de los fenómenos, pero también a la globalización de los fenómenos. el lugar de las relaciones económicas y políticas entre los gobiernos nacionales y las autoridades locales. Las instituciones fracasan porque no representan acuerdos y negociaciones institucionales de largo plazo entre los diferentes actores económicos y porque no se adaptan a las condiciones del desarrollo local extensivo y no se adaptan al modelo global que presentan los organismos multilaterales.

El colapso de la economía socialista y la implosión estratégica de las economías de mercado que abandonan el modelo de desarrollo centrado en el Estado nación y basado en la industrialización por sustitución de importaciones, dieron lugar a una transformación cualitativa de los procesos de desarrollo económico impulsados por una competencia abierta entre localizaciones ubicadas en distintas partes del mundo, dando lugar a una globalización de los procesos económicos.

Desarrollo sustentable

El desarrollo sustentable desde una perspectiva amplia, es una referencia directa de las necesidades que se buscan garantizar en la actualidad pero a su vez cuidando los recursos y fuentes generadoras de estos para el futuro, tomando en consideración que durante mucho tiempo se han aplicado acciones de aprovechamiento de estos de forma inconsciente, generando consigo efectos devastadores para la vida silvestre y consecuentemente para la humanidad que ya ha empezado a experimentar los embates de estos (Gómez & Garduño, 2020).

La condición básica del desarrollo sostenible es la protección de la biodiversidad, incluida la preservación de la funcionalidad de los ecosistemas, y la adaptación a largo plazo de las actividades materiales y económicas humanas a la sostenibilidad de la naturaleza y los recursos naturales. Desde este punto de vista, por lo tanto, el desarrollo sustentable significa

ante todo sustentabilidad ecológica, cuyo objetivo es promover la calidad de vida de las personas sin exceder la capacidad de carga de la naturaleza y sus ecosistemas. Otras dimensiones del desarrollo sostenible son la sostenibilidad económica y sociocultural. También es una cuestión del derecho básico de las generaciones futuras.

En 1992, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo que tuvo lugar en la ciudad de Río de Janeiro adoptó una declaración basada en los principios del desarrollo sostenible del medio ambiente. Según la declaración, las personas desempeñan un papel central en la lucha por el desarrollo sostenible. Dentro de esta también se exponen algunos aspectos como por ejemplo que la humanidad tiene derecho a una vida sana y rica en armonía con la naturaleza. El derecho al desarrollo debe implementarse de tal manera que las necesidades ambientales de las generaciones actuales y futuras se tengan en cuenta de manera justa. (HE 1/1998 y especialmente 309/1993.) La implementación del desarrollo sostenible ha sido monitoreada y sus diversas dimensiones han sido discutidas nuevamente en los llamados Río +5, 10 y 20 encuentros (Arroyo, 2018).

El desarrollo sostenible se utiliza en diferentes contextos, ya sea como un objetivo o como un principio. En la legislación ambiental, el desarrollo sostenible a menudo se especifica a través de regulaciones específicas como diversas condiciones y obligaciones de la actividad humana. El desarrollo sostenible también se concreta como, por ejemplo, el principio de uso sostenible, según el cual los recursos naturales no deben utilizarse más allá de su capacidad renovable.

Para fomentar el desarrollo sostenible es posible identificar algunas acciones o criterios que, aunque parezcan mínimas, el impacto de estas multiplicadas y sobre todo aplicadas en varias localidades y ciudades incrementa también los resultados. Con base a lo manifestado por Aguilera, Castiblanco y Sarmiento (2019), la forma de fomentar el desarrollo sustentable se identifica a continuación:

- Aumentando la conciencia ambiental de las personas y los residentes tanto de localidades pequeñas como de las grandes ciudades.
- Educación climática promulgada desde las instituciones primarias hasta los últimos niveles de esta.

- Con planificación de las actividades diseñadas por fases para lograr congruencia entre las mismas, de acuerdo con los recursos que se tengan y vayan adquiriéndose en un futuro.
- Organizando conexiones de transporte en las que potencializa el uso de estos medios masivos para reducir las emisiones de CO2.
- Al ofrecer oportunidades de pasatiempos en las que se combinen los recursos del entorno de forma responsable.
- Con métodos justos de economía circular donde se incentive el correcto aprovechamiento de materiales que han cumplido una primera fase de su vida útil pero que con una transformación su utilidad también puede cambiar.
- Con una gestión de residuos que fomente una economía el aprovechamiento de aquellos materiales que no son depositados en lugares idóneos.
- Con los medios de la democracia climática promovidos desde las normativas o legislación del país.

Todos los países están comprometidos con la implementación de la Agenda 2030 acordada en 2015 desde la ONU, pero las acciones de los Estados por sí solas no son suficientes, ya que, de acuerdo con los estudios realizados en diversos sectores, los efectos del hombre sobre el entorno desde hace muchas décadas atrás han repercutido significativamente, por lo que se precisa dentro de esta agenda la contribución de muchos actores diferentes para lograr un futuro sostenible. Esto queda bien ilustrado por la participación de las partes interesadas establecidas por la ONU a través de nueve grupos de actores principales diferentes como, por ejemplo: ONG, empresas e industria, ciencia y tecnología, trabajadores y sindicatos, productores agrícolas, representantes de pueblos indígenas, niños y jóvenes, mujeres y gobierno local. El grupo de actores principales en el gobierno local abarca tanto a los actores del gobierno local como regional (Salvador, 2018).

Utilizar el desarrollo sostenible desde referencias establecidas por la ONU en la gestión de las operaciones de las ciudades y países no requiere que cada distrito, estado o municipio informe sobre el progreso de la implementación de las acciones que se proponen como parte de esta. Lo más importante es utilizar el marco de referencia de la Agenda 2030

en el proceso de elaboración de la estrategia municipal y aclarar con ella los principales ejes de tu propio municipio. Utilizar el desarrollo sostenible como dirección estratégica de un lugar no es un derecho exclusivo de las grandes ciudades, inclusive en una localidad pequeña puede calificarse a sí mismo como pionero y convertirse en el más sostenible de un país o de una región.

Por lo tanto, es posible determinar que las ciudades y localidades que apliquen acciones direccionadas hacia la sostenibilidad, asegura las oportunidades de una buena vida para las generaciones actuales y futuras por igual, teniendo en cuenta la capacidad de carga de la naturaleza y los límites planetarios. Entonces, el desarrollo sostenible no solo significa promover los problemas ambientales que han estado presente desde hace muchas décadas, y que sus resultados han calado de manera significativa sobre el entorno repercutiendo a la vida silvestre y también a la del ser humano; y no solo significa promover el bienestar de los residentes o solo la vitalidad de la economía y la región, es una combinación de todo estos factores y potencialización de las características de los recursos y reutilización de los mismos en la manera de lo posible (Rivera, 2019).

Agroecología

La agroecología es una ciencia moderna que durante las últimas décadas ha acaparado mayor interés por parte de los diferentes organismos internacionales, los Gobiernos y los involucrados en la actividad agropecuaria. Este enfoque de producción agrícola ha creado la necesidad de implementar un modelo versátil, basado en una visión holística que integre ideas y métodos de diferentes disciplinas e ideologías. Toma como referencia la teoría general de sistemas desarrollada por el autor austriaco Ludwig Von Bertalanffy, mediante la cual se busca encontrar los principios comunes sobre las realidades de estudio, que en muchos casos se analizan a partir de disciplinas de estudio diferentes (Ávila, Cordero, Ledezma, Galvis, & Ávila, 2021).

Según lo establecido por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2021):

La agroecología es una disciplina científica, un conjunto de prácticas y un movimiento social. Aboga por rediseñar los sistemas actuales de producción, transformación y consumo, motivada siempre por una meta general: la sostenibilidad de cada uno de los eslabones que componen la cadena agrícola y alimentaria. Para

ello, la agroecología promueve la ecoeficiencia, la sustitución de insumos y, en general, todas las acciones consideradas necesarias para favorecer sistemas agrícolas y alimentarios más sostenibles. (p. 4)

En un contexto general, la agroecología utiliza nuevos procesos y crea tecnología avanzada para optimizar el uso de la tierra y con ello obtener mejores resultados de los procesos de cultivo, lo cual es una innovación que proporciona importantes beneficios a escala socioeconómica. Para alcanzar el objetivo de reducir el impacto generado por la actividad productiva sobre el medio ambiente aplica diversos métodos, procesos y en general alternativas a favor de la ecología en los sistemas de producción principalmente agrícolas, pecuarios y forestales, así como también aquellos que forman parte de la industria dedicada a la producción de alimentos.

La perspectiva social, económica, política y cultural se une a la agroecología al señalar que, en la agricultura, los factores socioeconómicos y políticos influyen decisivamente en las estrategias de producción basadas en un enfoque de desarrollo sostenible. En contraste con la agroecología, el modelo en el que se basa la agricultura convencional se caracteriza principalmente por buscar el aumentar la producción de los cultivos agrícolas, sin tomar en consideración las consecuencias posteriores para el medio en el que se utiliza, ni sus necesidades (Chalán, 2019).

Referenciando a Benítez, *et al.* (2021), la agroecología es un campo de estudio y un movimiento que proporciona importantes beneficios, como, por ejemplo: la creación de un entorno de producción sano, seguro y naturales para el bienestar de la población. Uno de los métodos en agroecología consiste en tener en cuenta el cuidado que se le debe dar al suelo donde se siembra la vegetación, al sustituir o reducir el uso de productos químicos se producen alimentos orgánicos, lo que contribuye a preservar la salud y reducir el riesgo de afecciones a la salud de los consumidores asociados con el consumo de alimentos que contienen transgénicos.

Por otra parte, la agroecología y sus objetivos implican la creación de sistemas de producción que integren elementos humanos, ambientales y económicos que garanticen la sostenibilidad que beneficiará no solo a los productores, sino también a las comunidades en general. Este modelo de producción agrícola se erige como una ciencia que llevará la agricultura a altos niveles, enseñará sobre la sustentabilidad de los recursos naturales de

manera responsable, aplicará tecnologías no utilizadas anteriormente en la agricultura y logrará gradualmente desarrollo, productividad y beneficios sociales.

La agroecología se basa en valores desarrollados con base en la conciencia social de la ecología, su aplicación busca la sostenibilidad en la gestión de los recursos naturales en el medio rural, en cuanto a la relevancia de lograr el equilibrio entre la naturaleza y la sociedad humana y como parte de una de las mejores formas de ayudar al medio ambiente, evitar el deterioro de los recursos naturales. Esto se logra aumentando la interacción en el área biológica y la sinergia existente entre los componentes de la biodiversidad, promoviendo los procesos y servicios ecológicos centrales de los proyectos (FAO, 2021).

Para Saravia (2022), la preocupación política ambiental surge a raíz de la denominación de los efectos que produce en el medio ambiente la generalización de un modelo agrícola químico, cuya base radica en el uso intensivo de la tierra cultivada, en una incorporación de alto consumo, lo que significa el uso indiscriminado de energía y otros recursos no renovables. Con el cambio climático y el efecto provocado por la actividad productiva, cada vez son más las personas que están tomando conciencia de la importancia de su papel en la naturaleza y el medio ambiente que los rodea, y al comprometerse a sustituir las prácticas que generan un mayor impacto sobre el entorno, por prácticas con enfoque sostenible y sustentable.

En diversos países del mundo se ha descubierto la gran importancia que tiene la existencia de la agroecología, en la aplicación de sus respectivas leyes ambientales. Referenciando lo expuesto por Gómez, *et al.* (2017), los principios e ideales que forman la base de esta ciencia son los siguientes:

- Adaptabilidad: Este principio consiste en no cambiar los sitios de cultivo, para tratar de satisfacer las necesidades de la especie. Por el contrario, busca aplicar una estrategia innovadora para adaptar su potencial genético y biológico a las condiciones del sitio específico.
- Reciclaje natural: Se basa en asegurar las buenas condiciones del suelo en los espacios naturales con el único fin de aumentar a niveles superiores la actividad biótica, los aportes y disponibilidad de nutrientes y además de retener la humedad, gracias al manejo de la materia orgánica, la recuperación de biomasa y el aumento de la cobertura.

- Conservación: Este principio se trata de mejorar la salud del agro-ecosistema en su conjunto en lugar del producto de un sistema agrícola en particular.
- Racionalidad técnica: Se trata de eliminar gradualmente el uso excesivo de insumos químicos, cuya producción tiene un gran potencial para dañar el medio ambiente y orientar a la sociedad hacia el uso de insumos de origen natural y orgánico, que sirven como fuentes de energía renovable y apoyan la mejora de la salud global.

Bioquímica agrícola

Iniciando este apartado, es posible determinar en primer lugar que a través de la bioquímica es posible comprender los procesos que se generan a nivel bioquímico que se producen en el entorno vegetal, en conjunto con los efectos que producen configuraciones químicas en la fisiología de los vegetales, esto se ha expuesto tomando como referencia a autores tales como Villanueva (2020).

El ser humano ha estado ligado al cultivo desde hace miles de décadas atrás, y esto justificado a que fue a partir de esta que se identificaron fuentes de alimentación complementarias debido a que el hombre dependía en primera instancia de la caza a diversos tipos de animales. Sin embargo, conforme evolucionó la humanidad, también se fueron desarrollando estudios e identificando las características químicas de las plantas frente a varios estímulos.

Dentro de la agricultura moderna se han presentado algunos requerimientos para lograr determinar el comportamiento de las plantas, esto tomando en consideración que el proceso biológico se controla a través de las enzimas y hormonas presentes en estas, por lo que ha resultado relevante con el paso del tiempo trazar los procedimientos para categorizar estas transformaciones químicas.

De acuerdo Di Gerónimo *et al.*, (2018), quien realizó un estudio sobre Cambios en propiedades químicas y bioquímicas del suelo asociados al reemplazo de pastizales naturales por pinus radiata D. fue posible determinar que: las plantas se ha reconocido como los seres vivientes que puedan sintetizar todos los carbohidratos del dióxido de carbono que se genera en el ambiente así como del agua, pero para esto es necesario que exista clorofila y la luz del sol; otro de los aspectos relevantes es la fase lumínica que se genera como respuesta de la fotosíntesis, y esto es una respuesta de las reacciones químicas; así como se reconoce una

fase oscura en la que se genera particularmente la producción de carbohidratos desde el CO₂ con el hidrógeno.

Marco referencial

Se inicia este apartado considerando y expuesto algunos artículos, proyectos e investigaciones que sirven de referencia directa para complementar este documento, teniendo como previa acotación que toda la información expuesta dentro de este acápite será tomada de documentos publicados en los últimos cinco años, acogiéndose a los requerimientos de la institución y la plantilla para la elaboración del mismo. Se determina a su vez que las principales fuentes de las que se obtendrán las referencias serán de artículos indexados de revistas que cumplen el rigor y validez científica entre las que destacan: Elsevier, Scielo, Redalyc, por mencionar algunas; así como se tomarán referencias de tesis a nivel de postgrado (maestría y doctorado) a nivel internacional, regionales y locales y que cumplen con los criterios previamente expuestos.

El primer lugar se toma como referencia el artículo científico efectuado por Hernández, *et al.*, (2018), quienes se centraron en un estudio económico del uso de biofertilizantes comerciales en el cultivo del sorgo, estos autores establecieron como objetivo específico el realizar un análisis económico para determinar la viabilidad de utilizar biofertilizantes como sustituto de agroquímicos para el cultivo de sorgo Tamaulipas, México. Dentro de este artículo algunos de los tópicos que los autores indagaron estuvieron direccionados con el estudio del costo-beneficio; biofertilizantes; agroquímicos; sector productor de sorgo, por mencionar algunos.

En cuanto a los materiales y métodos los autores se basaron en un estudio descriptivo y analítico, enfoques cualitativos, tomando en consideración que los investigadores efectuaron una evaluación sobre los biofertilizantes que se ofertan en el mercado local, y cuáles son los procedimientos para instaurar la producción de estos en el mercado de la ciudad de Machala.

Los principales resultados de este estudio reflejaron que la materialización de este proyecto para la producción de biofertilizantes genera ingresos por \$314,00·USD, y las unidades que se determinen a elaborar no solo representarán una alternativa más ecológica para el agro, sino que también con el desarrollo local de este tipo de fertilizantes, se ahorrarán valores por concepto de la importación de otros tipos de fertilizantes y se generará una

cadena de valor que contribuirá a la diversificación de la economía del país.

Otros de los artículos que se analizaron a nivel internacional, fue el desarrollado por Caballero (2018), quienes titularon su estudio como, “Análisis costo-beneficio de la factibilidad del uso de compost para la producción de trigo en la región de la Araucanía”, el cual tuvo como objetivo general determinar el costo-beneficio en el desarrollo de una nueva alternativa de fertilizante para el sector agrícola bananero, partiendo de una problemática latente en la que muchos agricultores en sus procesos de cultivo emplean alternativas que son modificadas genéticamente así como fertilizantes con alto contenido de componentes químicos, lo que tiene una incidencia directa sobre la salud de quienes consumen estos.

El autor efectuó una breve revisión varios tópicos que le permitiesen ampliar su espectro sobre el contexto del estudio, por lo que es posible encontrar en el apartado conceptual algunos tópicos como, por ejemplo: prefactibilidad; costo-beneficio; agroquímicos; biofertilizantes, sector y producción bananera, por mencionar los más relevantes identificados. La metodología bajo la cual se basó el autor, estuvo diseñada bajo un enfoque mixto, es decir cualitativo y cuantitativo; el tipo de estudio fue descriptivo dado a la necesidad de disponer datos a profundidad sobre el contexto de estudio; en lo que respecta a las técnicas de recolección de la información Caballero (2018) empleó el análisis de contenido, las entrevistas y la observación, a través de las cuales fue posible ampliar la disponibilidad de la información sobre la producción de trigo y la factibilidad del uso de productos agrícolas.

Los principales resultados permitieron determinar que para los cultivos y la gestión agrícola existen muchas alternativas de compostaje y fertilizantes, sin embargo, muchas de estas no son orgánicas y se crean con componentes modificados que pueden repercutir en el medio ambiente así como en la salud de los seres humanos, teniendo en consideración que a mediano y largo plazo, todo producto con características e ingredientes químicos tienen incidencia directa sobre el organismo y el entorno sobre el cual son empleados estos. A su vez, del análisis documento que efectuó Caballero (2018), se ha comprobado que las emisiones de fertilizantes nitrogenados tienen un impacto significativo sobre el medio ambiente y esta situación empeora con acciones como la tala y quema de los residuos de las cosechas.

Otros de los proyectos que se referenciaron fue el Peña, Pinilla y Vélez (2018),

quienes realizaron un análisis, costo beneficio de la implementación de la agricultura por contrato como solución a la productividad de los cultivos de papa en el municipio de SORACÁ–BOYACÁ, esto debido a una serie de problemáticas tales como los bajos precios del producto, no cumplimiento de los requerimientos impuestos por la ley y no previsión de las condiciones climáticas desfavorables; en este caso, la metodología consistió en un análisis cualitativo de tipo descriptiva y análisis documental, donde los resultados obtenidos permitieron corroborar que debido a la falta de conocimiento de los productores especialmente con bajo nivel educativo incurre a que el comercio no justifique y por ello productos para impulsar la productividad son esenciales en zonas rurales, donde es posible determinar un costo-beneficio significativamente favorable.

Marco conceptual

Análisis de costo beneficio sustentable

Según Panceri (2021):

Cuando hablamos de responsabilidad social empresarial, automáticamente salimos del ámbito donde solo pensamos que la empresa es una unidad cuyo único fin es hacer negocios y maximizar beneficios, y comenzamos a pensar e imaginamos qué tipo de sociedad la rodea, qué objetivos tiene esa sociedad, cuál es su ámbito geográfico, su entorno medioambiente, y qué aporte o perjuicio produce su actividad a este conjunto de elementos. (p. 41)

El análisis de costo-beneficio sustentable es una herramienta analítica que permite evaluar y comparar los impactos ambientales y sociales a corto y largo plazo asociados con la implementación de un proyecto o la realización de una inversión. Esta herramienta de análisis permite la identificación de la opción económica y sostenible óptima, entre una gama de opciones disponibles. En el contexto de la remediación de las afectaciones generadas sobre el medio ambiente, permite a los profesionales sopesar los impactos de sustentabilidad de cada una de las opciones de remediación, para guiar a los encargados de la toma de decisiones en la identificación y selección de la opción que mejor aborda los objetivos de remediación.

Dentro de esta directriz, los diversos elementos que requieren consideración para evaluar los impactos se etiquetan como indicadores. Por ejemplo, las emisiones de dióxido de carbono pueden ser un indicador de sostenibilidad, el grado de afectación al medio ambiente, el tipo de impacto asociado, entre otros. Idealmente, un análisis de costo-beneficio

sustentable debe comenzar al mismo tiempo que se desarrollan las opciones de uso de la tierra o las opciones de remediación para ayudar a guiar a los tomadores de decisiones sobre si proceder y de ser así determinar qué alternativa seleccionar. Un análisis de costo-beneficio sustentable no debe usarse para justificar una decisión que ya se ha tomado o un proyecto que está en desarrollo (Panceri, 2021). En términos generales, hay una variedad de instancias en las que el uso de esta herramienta es particularmente relevante:

- Analizar los costos y beneficios de remediar las afectaciones generadas sobre un sitio contaminado existente para decidir si los efectos deben ser remediado;
- Evaluar los costos y beneficios de remediar los usos alternativos de la tierra y elegir entre usos futuros del suelo;
- Analizar el capital propuesto y la inversión operativa para una opción de reparación nueva o de reemplazo para decidir si se debe realizar esa inversión;
- Elegir entre opciones correctivas alternativas; y
- Evaluación posterior de un proyecto o programa de remediación para comparar los costos y beneficios conocidos de una actividad con lo que habría sucedido en ausencia del proyecto para brindar transparencia y rendición de cuentas al informar sobre qué tan bien se han invertido los fondos.

El análisis de costo-beneficio es un elemento esencial para realizar una evaluación de los beneficios de la implementación del proyecto de carácter comercial, ambiental o social. Considerando que por lo general el éxito de un proyecto está sujeto a diversas variables endógenas y exógenas, es necesario medir el impacto de un proyecto en todos los niveles, incluidos el financiero, económico, social y ambiental. Esto incluye un análisis de los factores externos que pueden afectar el proyecto (Seclen & Barrutia, 2019).

Agroquímicos

La agricultura está al comienzo de una gran evolución, como la que solo se ha visto unas pocas veces antes. Desde la mecanización, que se refiere a la introducción de tractores y cosechadoras en la década de 1920, hasta la Revolución Verde, que es la introducción de fertilizantes, herbicidas y otros productos químicos en las décadas de 1960 y 1970, este cambio solo ocurre cada 50 años más o menos (Bonilla, Dávila, & Villa, 2021). Sin embargo, lo que puede sorprender a muchos es que la evolución de la agricultura apenas comienza, es su evolución digital: la introducción de software, sensores conectados, dispositivos

inteligentes, aprendizaje automático, *Big Data* y otras tecnologías similares, así como la creación nuevos productos químicos para potencializar los cultivos desarrollados bajo una perspectiva más ecológica, todo esto ha marcado la evolución en la industria (Landini, Beramendi, & Vargas, 2018).

En contexto con el tópico, de acuerdo con lo manifestado por Rodríguez (2019), “Los agroquímicos se utilizan como formulaciones basadas en al menos un ingrediente activo. Las formulaciones garantizan una fácil aplicación, máximo rendimiento y una manipulación segura” (p. 21). Dependiendo de la estabilidad, las propiedades físicas y el perfil de aplicación de la sustancia activa específica, se debe tomar una decisión sobre si una formulación sólida o líquida es más adecuada y qué tipo es la elección óptima. Además, las formulaciones suelen contener componentes adicionales que pueden aumentar la actividad o mejorar el manejo para el usuario. Un aditivo agregado para mejorar la eficacia de un agroquímico se denomina coformulante. Posiblemente esto se deba a varios principios de acción, como una mejor humectación, penetración o mejor retención.

El término *coformulante* se usa a menudo para los aditivos que se agregan al líquido de pulverización en el tanque antes de la aplicación, los llamados “aditivos de mezcla de tanque”, mientras que los coformulantes incluidos en la formulación se denominan “integrados” o “coformulantes en lata”. Tradicionalmente, los coformulantes se combinan con mayor frecuencia con herbicidas. Sin embargo, el uso de fungicidas e insecticidas está aumentando (Herrera, 2021). Conforme pasa el tiempo se han ido desarrollando nuevas formulaciones y productos ligados a la actividad agrícola, y cada vez se presta más atención a los componentes que se utilizan para los agroquímicos de acuerdo con las recomendaciones que realiza la Food and Agriculture Organization FAO, que es la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, sobre los componentes permitidos en productos agroquímicos.

Bioquímicos

El tema de la bioquímica se desarrolla a partir de las disciplinas de la química, la biología, la medicina y la física. Los bioquímicos intentan comprender la base molecular de los procesos vitales, a veces de forma interdisciplinaria, y se dedican principalmente a la investigación básica experimental. Con base a lo expuesto por Macías y Hurtado, (2018) respecto a la función de los bioquímicos, estos tienen la “intención de decodificar y

comprender el plan, el control y la regulación de los procesos químicos, biológicos y físicos de biomateriales como células humanas, animales, vegetales o microorganismos” (p. 11)

Dentro de la rama de la bioquímica, en esta se investigan los procesos de vida a nivel molecular, examina procesos metabólicos en organismos, órganos y orgánulos celulares y realiza investigaciones en diversas áreas de la biología. Los bioquímicos obtuvieron posibles aplicaciones y mejoras para fines médicos, farmacéuticos y químicos a partir de sus investigaciones y resultados de pruebas, así como son empleados dentro de la industria agrícola donde particularmente es posible ofrecer desde esta profesión asistencia técnica biológica, biomedicina y biotecnología.

2.2.8. Marco legal

Dentro del presente apartado legal, se procederán a exponer algunas normativas, leyes y regulaciones referenciales para la comercialización de los biofertilizantes como sustituto de agroquímicos para la producción. En este caso se inicia tomando en consideración lo expuesto a través de la Ley de Comercialización y Empleo de Plaguicidas (2004), donde en el apartado segundo relacionado con el registro de plaguicidas, se ha determinado el artículo siguiente:

Art. 9.- Toda persona natural o jurídica para importar, fabricar, distribuir o comercializar plaguicidas y productos afines de uso agrícola, deberán obtener el correspondiente registro en el Ministerio de Agricultura y Ganadería, mediante el cumplimiento de los requisitos que señale la ley y el reglamento.

Las Asociaciones de Productores, Cámaras de Agricultura, Centros Agrícolas, Cooperativas Agrícolas, Organizaciones Campesinas y agricultores como personas naturales, podrán importar plaguicidas y productos afines, siempre que el registro se hallare vigente y mediante el cumplimiento de las disposiciones legales y reglamentarias.

En este caso, es importante tomar en consideración que de acuerdo a la normativa vigente al año 2022 es necesario que los productores e importadores se encuentren debidamente registrados según lo establece el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador MAG, lo que sugiere que existe un control permanente sobre el tipo de agroquímicos que se utilizan en el sector agrícola ecuatoriano. Por otra parte, también se cita

la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria (2017), que en el capítulo tres, relacionado al Subsistema de Información Pública de Sanidad Agropecuaria, establece lo siguiente:

Artículo 19. Del registro. -Las personas naturales o jurídicas que se dediquen a la producción, comercialización, importación y exportación de plantas, productos vegetales, animales, mercancías pecuarias y artículos reglamentados, así como a la importación y producción nacional, de insumos agropecuarios, centros de faenamiento y de acopio, y los demás que se determine en el reglamento a esta Ley, deberán registrarse en la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario.

Todos los individuos que constituyan al grupo de productores en la que su producción se enfoque al autoconsumo o a la economía familiar no tendrán la obligación de cumplir lo antes mencionado.

Sin embargo, a través de esta institución, se definirán y gestionará un registro con los datos que se enlisten a continuación:

- a) Ferias y centros de concentración de animales;
- b) Centros de faenamiento;
- c) Proveedores e insumos agropecuarios para el control fito y zoosanitarios;
- d) Proveedores de servicios sanitarios agropecuarios;
- e) Importadores y exportadores agropecuarios; y,
- f) Los demás que establezca la Autoridad Agraria Nacional, a criterio técnico de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario.

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados, provinciales, municipales y metropolitanos coordinarán con la Agencia el suministro trimestral de la información señalada en este artículo.

Los requisitos y procedimientos de los registros serán establecidos en el reglamento de la presente Ley.

El registro entre otros aspectos contendrá información de población animal, explotaciones agrícolas, pecuarias y otra información que disponga la Autoridad Agraria Nacional.

Las personas naturales o jurídicas dedicadas a la producción, comercialización, importación y exportación de insumos agropecuarios, deben registrarse en la agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario, cumpliendo los requisitos establecidos en esta Ley y su reglamento.

Lo dispuesto en el artículo 19 de la Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria, pone en evidencia la obligatoriedad de cumplir con el debido registro, ya que esto le permite a las autoridades competentes realizar el control y seguimiento necesario para garantizar que los productos e insumos que se utilizan en la producción agrícola cumplen con los criterios de calidad. Finalmente, se toma como referencia lo expuesto a través del Libro VI de la Calidad Ambiental difundido a través del Registro Oficial en el que se encuentran algunos artículos ligados al manejo ambiental, donde se exponen artículos en los que se exponen las prohibiciones tanto hacia los seres humanos, empresas e industrias frente a actividades que puedan poner en riesgo la salud humana, como la vida en la naturaleza, estableciéndose por ejemplo aspectos tales como:

Art. 2.- Prohibir la importación, formulación, fabricación, uso y disposición final en el territorio nacional de las sustancias que se detallan en el siguiente cuadro, por ocasionar contaminación ambiental y tener efectos altamente tóxicos contra la salud humana.

- Bifenilos policlorados.
- Pentaclorofenol.
- Crocidolita.
- Bifenilos polibromados
- Terfenilos policlorados
- Fosfato de tris

Art. 231.- Objetivos- Son objetivos del presente Régimen:

- a) Controlar la importación, formulación, fabricación, transporte, almacenamiento, comercialización, utilización y disposición final de los productos químicos peligrosos;
- b) Incrementar la seguridad química en la Gestión de Productos Químicos Peligrosos en el país, sin obstaculizar el desarrollo de las actividades productivas;
- c) Normar la gestión de productos químicos peligrosos en el Ecuador mediante la regulación del conjunto de actividades, sujetos y entidades involucradas, de tal forma que contribuyan efectivamente al mejoramiento de la seguridad ambiental de su gestión;
- d) Reglamentar el rol de los sujetos que intervienen en las distintas fases de la gestión de los productos químicos peligrosos;
- e) Articular la aplicación de normas jurídicas relativas a la gestión de los productos químicos peligrosos y armonizar su estructura y su aplicabilidad; y,

f) Disponer de un listado actualizado de todos los productos químicos que se importan, formulan, fabrican, transportan, almacenan, comercializan, utilizan y disponen en el Ecuador sin menoscabo.

Marco metodológico

La investigación se desarrolla con base a una postura socio-crítica, con la cual según lo manifestado por Pons y Rodrigo (2021), “se estudia no sólo los comportamientos observables sino también los significados e interpretaciones que dicha práctica lleva asociadas a quienes la realizan, de forma que se centra en analizar y controlar cómo se producen los procesos de cambio” (p. 19).

En un sentido amplio, el paradigma sociocrítico se centra en el análisis desde una postura crítica de fenómenos que se suscitan en el ámbito social para la generación de conocimiento que por lo general buscan responder a las necesidades de determinados colectivos. Por lo tanto, el presente estudio se alinea con esta postura, puesto que se busca generar nuevos conocimientos a partir de la problemática asociada con el uso de agroquímicos en el sector agrícola, así como también se busca conocer cómo ha afectado a los productores el incremento del precio de estos insumos para determinar cuán factible es la sustitución de este tipo de fertilizantes por biofertilizantes como alternativa de solución a las necesidades de este sector.

2.3.1. Método de investigación

El trabajo se basó en un estudio de caso, por lo tanto, la investigación se realizó por medio del método inductivo, considerando que se pretendió analizar la problemática que afectó al sub sector de la industria agrícola dedicado a la producción de banano. En este sentido se buscó analizar la situación en particular que experimentan los productores bananeros de la ciudad de Machala en la provincia de El Oro con respecto al uso de agroquímicos y la posibilidad de sustituirlos con biofertilizantes.

Los resultados que se obtuvieron de la investigación permitieron determinar cómo se desarrollaba la situación en particular de los productores de dicha localidad, sin embargo, pudieron ser tomados como referente para explicar la problemática que experimentan los productores bananeros de otras ciudades del país; es decir, la investigación se abordó en un inicio a partir del estudio de un hecho en particular para posteriormente formular

conclusiones generales (Pereyra, 2020). En este caso, al determinar la factibilidad de la sustitución de los productos agroquímicos por biofertilizantes en los procesos productivos de este universo de estudio, se pudieron establecer antecedentes para su aplicación en otras localidades que se hayan visto igualmente afectadas por el incremento de los precios de este insumo. Además, se aplicó el método analítico puesto que se pretendió realizar un análisis a profundidad a partir de los hallazgos que se obtuvieron del estudio de campo y la revisión de fuentes documentales (Ramírez & Calles, 2021).

Por la naturaleza de la investigación y los objetivos establecidos, se determinó la aplicación de un diseño no experimental. En este sentido, el propósito del estudio fue analizar el costo-beneficio sustentable de biofertilizantes como sustituto de agroquímicos para la producción de banano en la ciudad de Machala-El Oro; por lo tanto, fue preciso evaluar la situación inicial del sector, los problemas que lo afectan y las necesidades de los productores, para ello fue necesario obtener un diagnóstico exacto de la realidad sin que se realizaran alteraciones sobre las variables estudiadas (Ñaupas, Valdivia, Palacios, & Romero, 2019).

Según el tipo de investigación, el estudio tuvo un alcance descriptivo, puesto que se buscó analizar la situación actual del sector bananero para obtener información relevante que permita determinar la factibilidad de utilizar biofertilizantes. Por otra parte, el trabajo se desarrolló por medio de un enfoque cualitativo, considerando que se realizó un análisis detallado de la información sobre la situación del sector y la opinión de expertos en el tema (Ramírez & Calles, 2021).

2.3.2. Fuentes de información

Con base al enfoque de investigación seleccionado, se utilizó fuentes primarias con la finalidad de obtener informa directa de parte de expertos en materia agrícola y de los productores bananeros de la ciudad de Machala que formen parte de la Cámara de Productores Bananeros de la Provincia de El Oro, para lo cual se aplicaron técnicas complementarias que proporcionaron información cualitativa para una mayor profundización en el tema de estudio.

Así mismo, se utilizaron fuentes secundarias de investigación que proporcionaron un soporte y un sustento bibliográfico a la información que se expuso en los diferentes apartados de la tesis. En este caso, se buscó garantizar la validez científica de la información, por ello

únicamente se utilizaron como fuentes referenciales libros, informes, artículos académicos y publicaciones realizadas por los ministerios u otros organismos de carácter oficial.

2.3.4. Técnicas utilizadas para la recolección y análisis de los datos

Para efectos del presente proyecto se seleccionó el grupo de discusión y la entrevista como técnicas para la recolección de los datos. Por una parte, se organizó un grupo de discusión con los productores bananeros de la ciudad de Machala, en cuyo caso se utilizó como instrumento el guion de preguntas abiertas; en este caso se utilizó la herramienta Zoom, puesto que, debido a las limitaciones de alcance, se realizó el grupo de discusión vía online. Adicionalmente, se realizaron entrevistas a profundidad a expertos en el área de Ingeniería Agrónoma, para lo cual se utilizó como instrumento el guion estructurado a partir de seis preguntas abiertas, las cuales se realizaron por contacto telefónico.

2.3.5. Población, muestra y muestreo

La población utilizada fue la conformada por los productores bananeros de la ciudad de Machala en la provincia de El Oro. En este caso, según el registro presentado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (2020), consta de un total de 261 productores en esta localidad; sin embargo, para llevar a cabo el grupo de discusión se seleccionó a nueve participantes mediante la técnica de muestreo no probabilístico por conveniencia (Maldonado, 2018), a quienes se les facilitó un link para ingresar a una reunión virtual a realizar el día 26 de julio del 2022 vía Zoom.

Así mismo, se seleccionará a dos expertos en el desarrollo de soluciones agroecológicas a quienes se les realizará la entrevista. En este caso se accedió a una base de datos de empresas del sector agrícola y/o profesionales en la gestión de agro empresas que se encuentren registrados en el directorio de LinkedIn. A partir de esta red social se obtuvieron los datos de contacto y se gestionó el primer contacto vía llamada telefónica en la que se les informó sobre el propósito de la investigación, el número de preguntas contempladas en la entrevista, para obtener el consentimiento de participación informado.

2.3.6. Herramientas y procedimientos para procesar información recopilada

En el procesamiento de la información primaria, particularmente los datos que se obtuvieron con la aplicación de los instrumentos seleccionados, fueron organizados y

analizados para establecer las conclusiones correspondientes. Por otra parte, la información recabada a partir de fuentes secundarias fueron analizada e interpretadas para el desarrollo del marco teórico y conceptual.

En conclusión, para realizar la investigación se trabajó con un método inductivo y la aplicación de un tipo de estudio no experimental con enfoque cualitativo. En lo que respecta a las fuentes de información, se utilizaron fuentes primarias y secundarias, por lo tanto, se seleccionó el grupo de discusión en el que participarán nueve productores y la entrevista como técnicas para la recopilación de los datos necesarios para el estudio, en este caso las entrevistas se realizaron al Ing. Roberto Cadena quien posee un título profesional en el área de gestión de agro empresas, se desempeñó anteriormente como Jefe de Planta, I+D en una empresa bananera y actualmente ejerce el cargo de Gerente General en la empresa de lácteos Inprolac S.A.; y el Ing. Carlos Mitre quien se desempeña como Jefe de producción en EUROAGRO S.A, empresa dedicada a la producción y comercialización de fertilizantes.

Finalmente, se determinó que la población estuvo integrada por los productores bananeros de la ciudad de Machala registrados en la Cámara de Productores Bananeros de la Provincia de El Oro, y dos expertos en el área de agronomía para conocer su percepción respecto a las alternativas agroecológicas para solucionar los problemas que experimenta el sector, en ambos casos se aplicó un tipo de entrevista estructurada para las cuales se utilizó el guion de preguntas abiertas como instrumento para la recolección de la información (Hernández R. , 2018).

Guión de preguntas para grupo de discusión con los productores bananeros de la ciudad de Machala

1. ¿Cuántas hectáreas destina a la producción de banano?
2. ¿Cuál de los siguientes productos demanda con mayor frecuencia?
3. ¿Conoce el riesgo asociado con el uso de productos agroquímicos?
4. ¿Cómo califica los precios actuales de los productos agroquímicos que se comercializan en el país?
5. ¿Considera que existe un adecuado control sobre los precios de los productos agroquímicos que se comercializan en el país?
6. ¿De qué manera el incremento de los precios de los productos agroquímicos ha afectado su producción?

7. Ante el incremento del precio de los productos agroquímicos ¿Cuán necesaria es la búsqueda de otras alternativas para reemplazar su uso en los procesos de producción?
8. ¿Conoce acerca de los beneficios asociados con el uso de biofertilizantes?
9. ¿Utiliza o ha utilizado algún tipo de biofertilizante para la producción de banano?
10. ¿Estaría de acuerdo en reemplazar el uso de agroquímicos por biofertilizantes?

Guión de preguntas para entrevista a expertos

1. Desde su perspectiva ¿Cuáles son los principales problemas a los que se enfrenta actualmente el sector agrícola con relación al uso de productos agroquímicos?
2. ¿Se tendría que aplicar un plan de acción indicando plazos y tiempos de manera sistemática para reemplazar los productos agroquímicos? ¿Se ha considerado dicha elaboración?
3. ¿Cuáles son las posibles desventajas asociadas con el uso de biofertilizantes?
4. ¿Cuáles son las principales ventajas asociadas con el uso de biofertilizantes?
5. ¿Conoce qué tipo de biofertilizantes se están usando actualmente? ¿Cuál recomendaría usted?
6. ¿Considera factible la sustitución de agroquímicos por biofertilizantes para la producción de banano?

Como conclusión este capítulo, es posible determinar entre las teóricas que destacan dentro del mismo se identifica la de la economía circular, la cual sugiere que es fundamental el ahorro de recursos naturales y hacer uso eficiente de los materiales que han cumplido una primera fase de su ciclo de vida, siendo posible obtener nuevamente un beneficio de utilidad; otras de las teorías consideradas, teoría de desarrollo económico sostenible ambientalmente y la teoría de la globalización. Los conceptos abordados en este capítulo fueron exclusivamente los ligados al contexto de estudio, tales como el desarrollo sustentable, agroecología, bioquímica agrícola.

En cuanto a la metodología empleada se aplicó bajo una postura socio-crítica donde se hace una interpretación del objeto de estudio; a través del método de estudio de caso e inductivo dado a la necesidad, la problemática específica ligada al sub sector de la industria agrícola estudiado; las fuentes de información fueron primarias y secundarias, debido a que se efectuó una revisión documental y se la contrastó con entrevistas, encuestas y grupo focal a una población de productores de la provincia de El Oro.

Capítulo III

Análisis de resultados

En el presente capítulo se realiza la presentación de los resultados de la investigación de campo y del análisis documental. En este caso, se realizó la descripción general de las aportaciones realizadas por los productores bananeros de la ciudad de Machala registrados en la Cámara de Productores Bananeros de la Provincia de El Oro y se presentan los resultados de las entrevistas realizadas a los dos expertos. En este caso se utilizó el guión de preguntas abiertas para dar mayor apertura a los nueve participantes del estudio del grupo de discusión. Adicionalmente se realizó un estudio documental bajo la aplicación de las normas APA 7 para establecer las correspondientes citas y referencias, de modo que se logró obtener información complementaria para dar cumplimiento al segundo objetivo específico centrado en determinar el consumo de agroquímicos por el sector bananero de la provincia de El Oro.

3.1. Resultados del grupo de discusión

Número de participantes: 9 productores bananeros de la provincia del El Oro.

Moderadora: Ericka Piña

Lugar: Reunión virtual gestionada por Zoom

Fecha: 26 de julio del 2022

1. ¿Cuántas hectáreas destina a la producción de banano?

Según las aportaciones realizadas por los participantes del grupo de discusión, se identificó que cuatro de los nueve productores bananeros destinan menos de 30 ha para la producción de esta fruta, lo que los cataloga como pequeños productores de acuerdo con la categorización que realiza el Ministerio de Agricultura, los cinco participantes restantes mencionaron que destinan entre 50 a 80 ha para la producción bananera, por lo que se categorizan como medianos productores.

2. ¿Qué insumos demanda con mayor frecuencia?

Cuando se consultó a los productores bananeros el tipo de producto que demanda con mayor frecuencia para desarrollar sus cultivos, además de los vástagos que se utilizan para la plantación. Adicional a ello, los nueve participantes coincidieron en que demandan fertilizantes con alta frecuencia, además seis productores mencionaron que otro de los

insumos de mayor demanda son los fertilizantes químicos, herbicidas, plaguicidas, fungicidas e insecticidas para prevenir la presencia de plagas que pueden afectar los cultivos, como por ejemplo las cochinillas o los escarabajos que consumen las cáscaras.

3. ¿Conoce el riesgo asociado con el uso de productos agroquímicos?

Sobre esta interrogante, los nueve participantes coincidieron en que sí conocen el riesgo relacionado con el uso de productos agroquímicos, ya que no solo afectan el medio ambiente ya que se genera contaminación del suelo y las aguas superficiales ya que los residuos pueden permanecer durante un mayor periodo de tiempo.

4. ¿Cómo califica los precios actuales de los productos agroquímicos que se comercializan en el país?

Todos los participantes del grupo de discusión coincidieron en que los productos agroquímicos se han encarecido significativamente durante el último año, aproximadamente un 80 % de incremento en el precio, esta situación según señalaron ha sido perjudicial para los procesos de plantación.

5. ¿Considera que existe un adecuado control sobre los precios de los productos agroquímicos que se comercializan en el país?

En este caso, ocho de los nueve participantes del estudio coincidieron al mencionar que no hay un adecuado control sobre los precios de los productos agroquímicos que se comercializan en el país, sin embargo el participante restante indicó que además del control interno existen también otros factores externos que influyen en el incremento del precio, esto en muchas ocasiones puede ser difícil de prever o controlar.

6. ¿De qué manera el incremento de los precios de los productos agroquímicos ha afectado su producción?

Ante esta interrogante, todos los participantes coincidieron en sus respuestas, puesto que señalaron que el incremento de los precios ha repercutido de forma directa en el presupuesto destinado a la adquisición de insumos para los procesos de plantación. Según acotó uno de los participantes, los productores deben tomar decisiones sobre hacer frente al incremento de los costos, encarecer el precio, o reducir las hectáreas de cultivo, lo que de una u otra manera representa pérdidas.

7. Ante el incremento del precio de los productos agroquímicos ¿Cuán necesaria es la búsqueda de otras alternativas para reemplazar su uso en los procesos de producción?

Todos los participantes coincidieron al mencionar que es muy importante que se nuevas alternativas para sustituir el uso de agroquímicos, ya que si los precios actuales se mantienen obtendrían mayores pérdidas que ganancias, también señalaron que las tendencias actuales encaminadas hacia la agricultura orgánica en la que se reduce el uso de químicos también es un factor a considerar al tomar la decisión de sustituir los agroquímicos. Por su parte, tres de los participantes señalaron que es necesario llegar a cabo estudios para determinar si es idóneo o no realizar este cambio a corto plazo.

8. ¿Conoce acerca de los beneficios asociados con el uso de biofertilizantes?

Todos los participantes del grupo de discusión coincidieron al mencionar que sí tienen conocimiento sobre los beneficios del uso de biofertilizantes, los cuales atribuyen principalmente a una mayor preservación del medio ambiente y a la obtención de productos con características orgánicas, ya que se reemplazaría el uso de químicos.

9. ¿Utiliza o ha utilizado algún tipo de biofertilizante para la producción de banano?

Según se logró identificar, ninguno de los productores ha incorporado el uso de biofertilizantes. Además, dos participantes señalaron que la razón por la cual no han incorporado este tipo de insumos con anterioridad se atribuía a que los costos en un inicio eran mayores a los costos de los agroquímicos, sin embargo, agregaron que dadas las condiciones actuales están abiertos a optar por esta alternativa.

10. ¿Estaría de acuerdo en reemplazar el uso de agroquímicos por biofertilizantes?

De acuerdo con las aportaciones de los participantes, se determinó que siete de los nueve participantes están de acuerdo y han analizado la opción de cambiar el uso de agroquímicos por biofertilizantes, sin embargo, dos de los participantes estuvieron en desacuerdo ya que señalaron que en términos de costos no habría mayor diferencia entre utilizar agroquímicos o biofertilizantes.

3.2. Resultados de la entrevista

Entrevista N° 1

Entrevistado: Ing. Roberto Cadena

Profesión/Cargo: Gerente General Inprolac S.A.

Entrevistadora: Doménica Laman

Fecha: 27 de julio del 2022

Hora: 10:18 am

1. Desde su perspectiva ¿Cuáles son los principales problemas a los que se enfrenta actualmente el sector agrícola con relación al uso de productos agroquímicos?

R//. Durante los últimos años han surgido diversos problemas, si se lo quiere analiza desde el punto de vista económico, como sucede actualmente, los precios de los agroquímicos se incrementaron significativamente, esto encarece mucho los costes de producción y por supuesto influyen en el precio de venta del producto. Si me preguntas desde el punto de vista ambiental, también han surgido importantes debates sobre el uso de productos químicos ya que se le relaciona con la problemática relacionada con la contaminación de los suelos y fuentes de agua superficiales, además si se quiere exportar según el producto y el país de destino, existen productos cuyo uso es regulado.

2. ¿Se tendría que aplicar un plan de acción indicando plazos y tiempos de manera sistemática para reemplazar los productos agroquímicos? ¿Se ha considerado dicha elaboración?

R//. Sí por supuesto, no solo por el tema de precios sino porque actualmente es imperativo que las empresas del sector adopten prácticas más amigables con el medio ambiente. Vivimos a contrarreloj y es necesario que todos los sectores contribuyan a mitigar el impacto que genera la actividad que realizan.

3. ¿Cuáles son las posibles desventajas asociadas con el uso de biofertilizantes?

R//. Las desventajas, o preocupaciones, generalmente se relacionan con la compactación del suelo durante la aplicación, ya que aumenta la conducción en el campo, lo que puede afectar. Depende un poco de cómo se vea el cultivo y las condiciones del suelo.

4. ¿Cuáles son las principales ventajas asociadas con el uso de biofertilizantes?

R//. Las ventajas son que generalmente obtienes un fertilizante bien balanceado con micronutrientes que no obtienes en un fertilizante tradicional y que viene en forma suelta. El biofertilizante está fácilmente disponible y penetra fácilmente en el suelo.

5. ¿Conoce qué tipo de biofertilizantes se están usando actualmente? ¿Cuál recomendaría usted?

R//. En el mercado hay diversos tipos según el uso y las necesidades del productor, existen los bioestimulantes, reguladores de crecimiento de origen natural, biofertilizantes fermentados, biofertilizantes bacterianos, fúngicos, de origen algal, también a base de hongos o microorganismos. En cuanto a su presentación también se pueden encontrar líquidos o sólidos. Los que son de tipo bacteriano pueden proporcionar importantes beneficios, ya que pueden estimular la resistencia a plagas, también los que son estimulantes de crecimiento son buenos para mejorar la producción.

6. ¿Considera factible la sustitución de agroquímicos por biofertilizantes para la producción de banano?

R//. La tendencia es que aumente la disponibilidad de biofertilizantes, mientras haya una producción y un producto que sea bueno, también habrá usuarios. Esto implica que se están desarrollando productos que se adaptan a las necesidades de cada tipo de cultivo y por supuesto que sería factible su inclusión para la producción bananera.

Entrevista N° 2

Entrevistado: Ing. Carlos Mitre

Profesión/Cargo: EUROAGRO S.A

Entrevistadora: Doménica Laman

Fecha: 28 de julio del 2022

Hora: 13:05 pm

1. Desde su perspectiva ¿Cuáles son los principales problemas a los que se enfrenta actualmente el sector agrícola con relación al uso de productos agroquímicos?

R//. Los principales problemas que afectan al sector son de origen económico, los costos de producción se han ido incrementando constantemente y no así los precios

oficiales de venta. Los productores deben invertir cada vez más para levantar sus cultivos, pero en muchos casos, principalmente en el caso de los pequeños productores, luego no obtienen el margen de ganancias esperado. No hay un control sobre el precio que pagan los intermediarios y sobre todo no hay un debido control sobre el precio de los insumos. En este último año los precios de los agroquímicos se han disparado, motivado por diversos factores externos, entonces no queda otra opción que buscar otras alternativas que les permita reducir los costes.

- 2. ¿Se tendría que aplicar un plan de acción indicando plazos y tiempos de manera sistemática para reemplazar los productos agroquímicos? ¿Se ha considerado dicha elaboración?**

R//. Claro, no solo es necesario, yo diría que los productores están en la obligación de buscar nuevas alternativas, no solo por el hecho de que esto les permitirá obtener una mayor rentabilidad de la actividad productiva al bajar los costos de insumos, sino también por las implicaciones de carácter ambiental asociadas.

- 3. ¿Cuáles son las posibles desventajas asociadas con el uso de biofertilizantes?**

R//. A corto plazo, cuando recién se realiza la sustitución, es posible que se reduzca en cierta medida la producción, otra de las desventajas tal vez podría asociarla a su uso ya que según el tipo de biofertilizante puede requerirse determinados requisitos de almacenamiento, además, algunos productos suelen ser incluso más costosos que los fertilizantes químicos. Sin embargo, como todo cambio los efectos positivos no suelen verse de inmediato.

- 4. ¿Cuáles son las principales ventajas asociadas con el uso de biofertilizantes?**

R//. Las ventajas están determinadas principalmente por la disminución del impacto climático, es una alternativa que utiliza menos químicos y por lo tanto es una parte importante en la transición a un sistema de producción agrícola con enfoque sostenible. A largo plazo puede favorecer a la producción local.

- 5. ¿Conoce qué tipo de biofertilizantes se están usando actualmente? ¿Cuál recomendaría usted?**

R//. Actualmente existe una mayor variedad en el mercado, se utilizan biofertilizantes que actúan como fijadores de nitrógeno, promotores de crecimiento vegetal o solubilizadores o captadores de fósforo. Por su parte las empresas están explorando este mercado que se encuentra en potencial crecimiento, ha habido más innovaciones

de producto y ahora hay una mayor distribución geográfica, lo que ha aumentado la oferta y, por lo tanto, la demanda. El interés es muy alto entre los productores orgánicos, pero está claro que más personas se están poniendo en contacto con las marcas reconocidas y mostrando interés. Yo recomendaría los biofertilizantes que promueven el crecimiento vegetal y los captadores de fósforo, ya que suelen proporcionar muy buenos resultados.

6. ¿Considera factible la sustitución de agroquímicos por biofertilizantes para la producción de banano?

R//. A criterio personal yo diría que sí, puede que aún no se haya explotado a mayor escala esta alternativa porque aún existen productores que se muestran renuentes al cambio, incluso como mencioné anteriormente estos productos podrían ser incluso más costosos que los fertilizantes químicos y por lo tanto no tan viable a nivel de costos, pero actualmente los precios de los fertilizantes se dispararon por lo que no me parece mala la idea de empezar a sustituirlos por biofertilizantes.

Aunque es necesario que se analiza a mayor profundidad según las condiciones y capacidades de cada productor, ya que el tema del costo por supuesto que importa. Como investigador, trato de valorar lo menos posible y centrarme más en el beneficio asociado a mediano y largo plazo. Pero para una empresa, quizás la rentabilidad sea lo más importante, mientras que, por ejemplo, las instituciones gubernamentales priorizan otros aspectos.

3.3. Análisis general de los resultados

A través de la aplicación de los instrumentos de investigación seleccionados, fue posible obtener información a profundidad sobre la situación que actualmente enfrentan los productores bananeros y además se obtuvo información complementaria a partir de la opinión del Ing. Carlos Mitre y el Ing. Roberto Cadena expertos en el área de desarrollo de soluciones agroecológicas, dichas aportaciones proporcionaron una visión más exacta sobre la viabilidad de sustituir los productos fertilizantes por biofertilizantes para la producción bananera.

En el caso de los productores bananeros, se logró identificar que la mayoría se categorizan como pequeños productores puesto que poseen menos de 30 hectáreas destinadas a la producción de esta fruta. También se identificó el tipo de insumos que demandan con

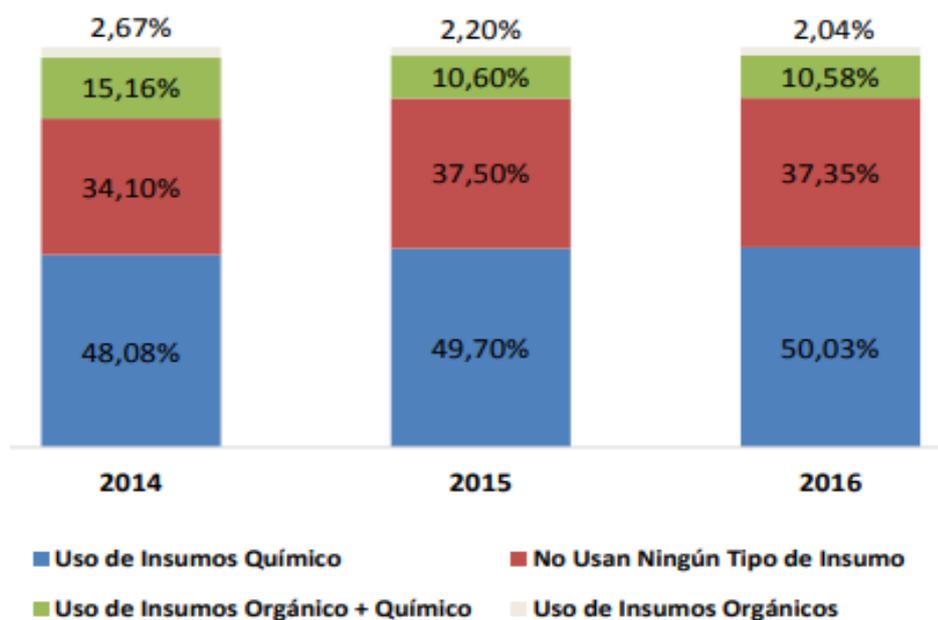
mayor frecuencia para sus cultivos, la mayoría mencionó que utilizan fertilizantes químicos, herbicidas, plaguicidas, fungicidas e insecticidas; además se determinó que ninguno de los productores que participaron del estudio actualmente utilizan biofertilizantes en sus procesos de cultivo.

3.4. Uso de agroquímicos en el sector agrícola ecuatoriano

Los hallazgos que se obtuvieron por medio de la aplicación del grupo de discusión y la entrevista a expertos se respaldan con la información presentada por el último estudio realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador INEC (2016), sobre las implicaciones ambientales relacionadas con el uso de agroquímicos en la actividad agrícola, en la que determinó que aún son pocos los productores que utilizan biofertilizantes para la producción de cultivos permanentes, dentro de los que se encuentra el banano. En este estudio del INEC también se analizaron otros factores relacionados con los criterios que se consideran al momento de seleccionar algún tipo de agroquímico y el grado de capacitación de los productores sobre el adecuado uso de este tipo de productos, según se detalla a continuación:

Figura 1

Uso de agroquímicos en la producción de cultivos permanentes



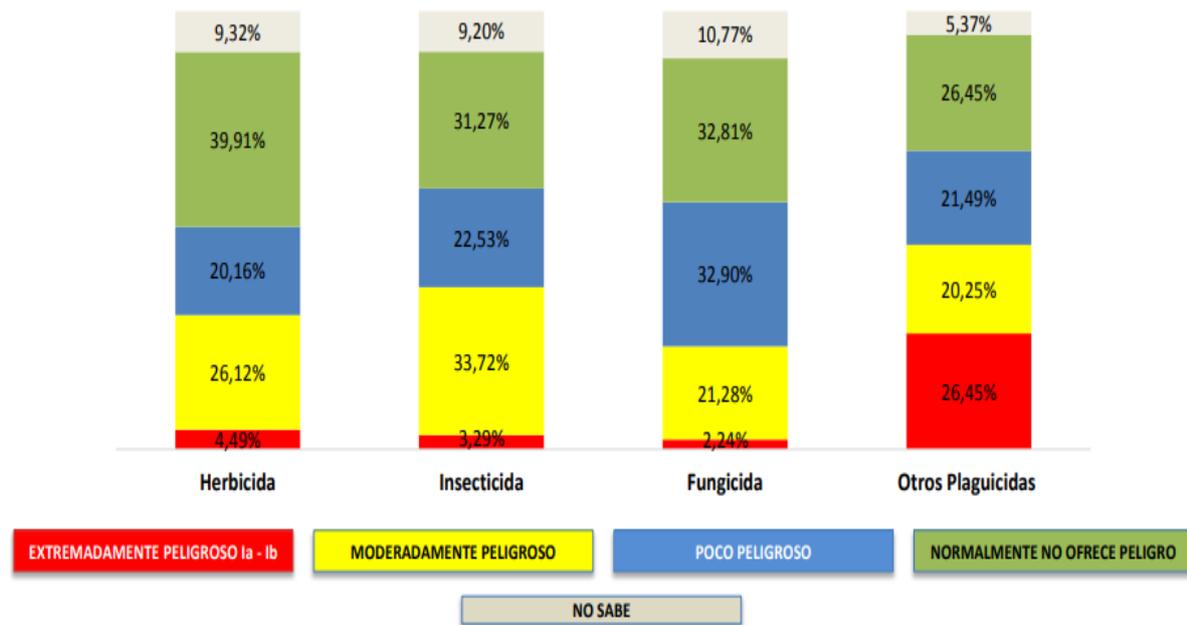
Tomado de INEC (2016)

En este sentido, según se logró identificar a pesar de que los productores bananeros tienen conocimiento acerca de los beneficios que proporciona el uso de biofertilizantes para los cultivos, reconocieron que existen factores de carácter económico que han incidido en su

decisión de no haber reemplazado los agroquímicos por biofertilizantes hasta la actualidad. Sin embargo, además del factor económico existen otros aspectos que se deben considerar, puesto que según el estudio del INEC (2016) existe un importante porcentaje de productores que utiliza productos que poseen cierto grado de peligrosidad, según se muestra en la imagen que se presenta a continuación:

Figura 2

Uso de agroquímicos



Tomado de INEC (2016)

De acuerdo con estos datos, menos del 40% de productores dedicados a la producción de cultivos permanentes utiliza productos que no implican un peligro para el medioambiente, para quienes lo manipulan o para el cultivo. En este sentido, es importante tomar en consideración las aportaciones realizadas por los expertos en el área de desarrollo de soluciones agroecológicas, quienes señalaron que dadas las condiciones actuales no solo debe tomarse en consideración las variables económicas, sino también la dimensión ambiental, puesto que las tendencias están encaminadas hacia el uso de alternativas que generen un menor impacto ambiental como el uso biofertilizantes para impulsar la agricultura sostenible y la producción orgánica de la fruta.

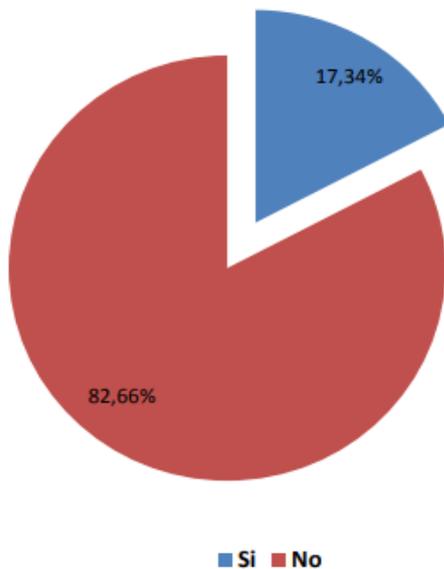
Por otra parte, de acuerdo con lo establecido en el estudio del INEC (2016), más del 40% de los productores agrícolas consideran la eficacia del producto como criterio esencial para tomar la decisión de compra al momento de adquirir agroquímicos para sus cultivos. Las características e información técnica, así como el precio también figuran entre los principales

criterios de decisión. Sin embargo, solo el 10% de los productores consideran como criterio de compra el grado de peligrosidad asociada con el uso del producto, lo que sugiere que son pocos los agricultores que toman en cuenta el posible impacto de carácter ambiental y el riesgo relacionado con el uso de químicos.

En el mismo orden de ideas, el estudio destaca que únicamente dos de cada diez productores agrícolas han recibido capacitación técnica relacionada con el adecuado uso y manejo de productos agroquímicos, según se muestra en la siguiente figura. Cabe mencionar que la entidad encargada de proporcionar capacitación en esta área es el Ministerio de Agricultura y Ganadería, el Ministerio del Ambiente, y otras entidades público y privada que en algunas ocasiones trabajan de manera colaborativa en el desarrollo de programas de capacitación dirigidos a los productores.

Figura 3

Porcentaje de productores que han recibido capacitación en el uso de agroquímicos



Tomado de INEC (2016)

De acuerdo con estos resultados, solo el 17.34% de los productores agrícolas se encuentran debidamente capacitados sobre el correcto manejo de los insumos químicos que utilizan para la producción. En este sentido, es importante señalar que a nivel local se encuentran vigentes cuerpos normativos como son el Código Orgánico del Ambiente y las Resoluciones de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario, en las que se estipulan los requisitos y parámetros que se deben tomar en cuenta al momento de manipular

y utilizar agroquímicos. Entre otros aspectos que se contemplan como parte de las recomendaciones generales estipuladas por AGROCALIDAD se incluye: la identificación del grado de toxicidad del producto según la etiqueta de color y los equipos y prendas que los productores deben utilizar al momento de verter los agroquímicos en los cultivos (Ministerio del Ambiente y Agua, 2021).

3.5. Uso de agroquímicos en el sector bananero

Ecuador es considerado como el principal productor bananero en el mundo, consecuentemente su cultivo es esencial tanto para el crecimiento del sector agrícola como para la economía del país. De acuerdo con el informe presentado por Naranjo, *et al.* (2020), actualmente existen aproximadamente 200.000 ha destinadas a los cultivos de banano en las diferentes provincias de la región Costa; no obstante, a pesar de la aportación que genera, también produce un importante impacto sobre el medio ambiente debido al tipo de agroquímicos que utiliza.

Según Naranjo, *et al.* (2020), “La industria bananera es la que más agrotóxicos requiere, no sólo en las plantaciones, sino a lo largo de todo su ciclo metabólico. Por eso, se debe analizar los efectos de los plaguicidas a lo largo de todo el ciclo; desde su producción hasta su eliminación” (p. 16).

El impacto provocado por el uso de agroquímicos no solo afecta a los productores, quienes en muchos casos no se encuentran debidamente capacitados para utilizar de forma segura y correcta los agroquímicos; sino también afecta al medio ambiente y a las comunidades que habitan en las zonas aledañas a las plantaciones; esta situación ha provocado un efecto negativo sobre la salud de las personas que han estado expuesta a plaguicidas y otro tipo de componente químico.

En este sentido, en el informe de Naranjo, *et al.* (2020), se destaca que los agroquímicos no son productos estáticos, puesto que dependiendo del grado de toxicidad y el nivel de concentración pueden persistir tanto en el suelo como en las fuentes de agua superficiales, e incluso las partículas pueden transportarse por el aire y contaminar otros ecosistemas de áreas más alejadas a las plantaciones. Cuando los agroquímicos se impregnan

sobre otras fuentes de alimento, pueden incrementar el riesgo para la salud de las personas que los consumen.

A nivel local, el sector bananero ha utilizado agroquímicos que han sido calificados con un alto grado de peligrosidad, incluso varios de estos productos han sido retirados del mercado debido a potencial riesgo para la salud de las personas y para los ecosistemas. En la actualidad, en la producción bananera se emplean 29 tipos de ingredientes activos calificados como altamente tóxicos; estos ingredientes forman parte de los componentes esenciales de 114 agroquímicos que cuentan con la debida autorización para ser comercializados en el mercado local (Naranjo, Bravo, Villacís, & Polo, 2020).

Algunos de los ingredientes activos que se incluyen en los fungicidas, herbicidas e insecticidas que se utilizan en sector bananero ecuatoriano y que han sido prohibidos en Estados Unidos y otros países del continente europeo y son controlados por entidades como la U.S. Environmental Protection Agency U.S.EPA, la FAO, son: benomilo, bifentrina, cadusafos, carvendazim, diazinon, flusilazol, fipronil, glufosinato de amonio, paraquat, terbufos y aceite mineral o parafinico. La aprobación de este tipo de componentes a nivel local, ha abierto debates sobre los estándares que rigen el sector agrícola y el grado de control que realizan las entidades competentes sobre los productos que pueden ocasionar una importante afectación sobre la salud de las personas y sobre el medio ambiente (Naranjo, Bravo, Villacís, & Polo, 2020). Para el cultivo de banano en la ciudad de Machala se utilizan los siguientes fertilizantes:

Tabla 1
Fertilizantes utilizados en la producción bananera

Fertilizante	Kg/ha
Cal de carbonatación	83,7
Cloruro de potasio	522,8
Nitrato de amonio	376,0
Fosfato de mono-amonio	50,0
Fosfato de di-amonio	305.9
Sulfato de amonio	236.5
Sulfato de calcio	193.5

Sulfato de potasio (mineral)	130.7
Nitrato de potasio	900.0
Silicato de potasio	475.0
Sulfato de magnesio	13,3
Sulfato de zinc	200.0
Nitrato de calcio	100,0
Triple superfosfato	150.0
Urea	393,6
Ureato (nitrato de amonio)	225,0

Tomado de Naranjo, *et al.* (2020)..

Los agroquímicos que se utilizan a mayor escala en el sector bananero son los fungicidas tales como el *Mancozeb*, esto se atribuye a que la mayoría de las plantaciones de banano convencional se originan a partir de clones de *Cavendishm*, la cual es altamente vulnerable a la enfermedad de la sigatoka negra que puede afectar los cultivos. Esta situación genera la necesidad de que los productores utilicen grandes cantidades de agroquímicos para evitar la proliferación del hongo; estos productos se utilizan durante todo el ciclo de producción y se aplica ya sea por vía aérea o terrestre, también se incluye en el enfundado del racimo y en los empaques.

Fumigación aérea

A diferencia de la fumigación terrestre, la fumigación aérea es más peligrosa debido a la capacidad de contaminar otras áreas aledañas a los cultivos. Este tipo de fumigación se aplica con el principal propósito de esparcir fungicidas sobre las plantaciones, para mitigar el hongo que produce la sigatoka negra. Según Naranjo, *et al.* (2020), “De acuerdo a reportes oficiales, las compañías del sector bananero en la actualidad realizan aproximadamente 20 a 26 ciclos de fumigaciones aéreas cada año, sin embargo, varios fitosanitarios refieren que pueden se fumigan hasta 40 veces” (p. 18).

Esto implica que las fumigaciones aéreas se realizan aproximadamente cada 15 días; el incremento en la frecuencia de fumigación se atribuye al hecho de que los productores no solo buscan eliminar el hongo que afecta a las plantaciones, sino que además se aplica de manera preventiva. Cabe señalar que los productores bananeros han reportado que la sigatoka

negra ha obtenido mayor resistencia a los agroquímicos, de manera que se requieren más ciclos de fumigación a fin de lograr un mayor control, lo que conlleva a un espiral tóxico constante. A continuación, se enlistan los ingredientes activos con alto grado de toxicidad que contienen los agroquímicos que se utilizan para la fumigación aérea de las plantaciones de banano en el Ecuador:

Tabla 2

Ingredientes activos presentes en agroquímicos utilizados para la fumigación aérea en plantaciones de banano

Ingrediente activo	Toxicidad en:					Bio acumulable	Persistente
	Algas	Peces	Aves	Abejas	Organismos beneficiosos		
Benomilo							
Carbendazim							
Clorotalonil		X					
Epoxiconazol							X
Mancozeb		X					
Metiram							
Thiram		X					
Tridemorf							

Tomado de Naranjo, *et al.* (2020).

Referenciando el informe de Naranjo, *et al.* (2020), entre los agroquímicos con mayor grado de toxicidad y persistencia, se destacan las siguientes con sus respectivas características:

- Clorotalonil: Es un componente que puede afectar significativamente la piel y los ojos de quienes se encuentran expuestos, así como también puede provocar reacciones alérgicas. Según el sistema de etiquetado SGA, se ha calificado como un producto de categoría H330, es decir que su inhalación es potencialmente mortal, además de ser potencialmente cancerígeno.
- Tridemorf: Puede provocar un impacto significativo sobre el ecosistema marino, puede afectar a diversas especies de reptiles y peces. Este componente se encuentra presente en productos como el Calixin, cuyo uso se ha ido reduciendo progresivamente en el sector bananero local debido al alto grado de toxicidad

asociado, a pesar de que actualmente las regulaciones de AGROCALIDAD no prohíben su aplicación.

- Epoxiconazol: Pertenece a la categoría de conazoles que combaten los hongos, es altamente persistente por lo que puede contaminar el suelo y las aguas superficiales. A corto plazo su toxicidad es baja, pero debido a su persistencia puede provocar afectaciones a mediano y largo plazo. Se estima que el contacto o exposición paulatina a este producto puede ocasionar efectos carcinógenos, puede afectar la fertilidad y provocar problemas de salud a mujeres que se encuentran en etapa de embarazo, también puede afectar la salud y desarrollo normal del feto.

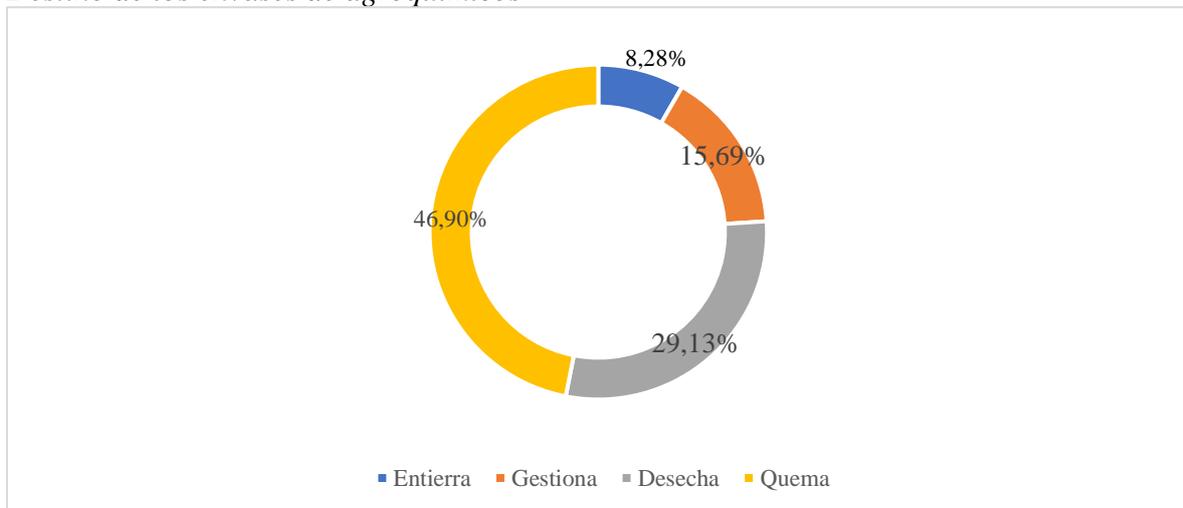
Otro aspecto que se torna relevante de considerar dentro de este apartado está ligado con las prácticas en el uso de agroquímicos, donde de acuerdo a la información compartida desde el INEC (2016), 8 de 10 personas que participaron en dicho estudio son las que leen las etiquetas de los productos antes de emplearlos en las actividades agrícolas; a pesar de ser un número bajo de personas 14.55% que no prestan mucha atención a las etiquetas, es importante destacar que lo ideal sería que todas las personas ligadas con la actividad agrícola y particularmente con la actividad bananera tuviera en consideración que los agroquímicos presentan componentes que de ser mal empleados pueden generar consecuencias negativas para la salud de los consumidores e inclusive para sí mismos, teniendo en consideración que hasta la manipulación de este tipo de productos debe efectuarse de manera cuidadosa y bajo determinados parámetros (lo cual se encuentra detallado en las etiquetas).

Con la lectura de las etiquetas de los agroquímicos es posible tener una previa referencia que puede marcar la diferencia en su uso, tomando en consideración que muchos de estos productos presentan características tales como: Son corrosivos; Son inflamables; No son explosivos; Deben usarse con equipos de protección personal. En estos casos se recomienda semaforizar las etiquetas para alertar la diferencia en su uso.

De igual manera, en las etiquetas existe un detalla sobre las formas de usos y dosificación en la que se recomienda el consultar con ingenieros agrónomos para hacer uso y dosificar este tipo de productos de acuerdo a la cantidad que se tiene estimada emplear. No menos importante, otro de los temas que se determinan importantes es la gestión de los recipientes en los que llegan los agroquímicos, donde también con base a información

preliminar obtenida desde el INEC (2016), algunos fueron los resultados obtenidos, como, por ejemplo:

Figura 4
Destino de los envases de agroquímicos



Tomado de INEC (2016)

Ampliando más el detalle del destino final de los envases de agroquímicos, se determina que algunos de los procesos no son lo suficientemente ecológicos, esto tomando en consideración por ejemplo que los envases que son desechados, apenas el 20.74% son puestos en bolsas separadas para de alguna manera tener una clasificación y que los mismos puedan ser reciclados o recogidos por los recicladores, mientras que otros mencionaron que entre 43.46% y 35.80% son botados como basura común y en el campo respectivamente, esto deja en evidencia que en la mayoría de los casos no existe conciencia ambiental para el destino de los envases que son desechados.

En el caso del 46.90% que mencionó que quema estos envases, se determinó que por lo general lo hacen al aire libre y apenas el 1.94% uso algún incinerados de alta temperatura, en el primer caso es altamente peligrosa la actividad de quemar este tipo de envases, ya que de por sí el plástico libera dioxinas tóxicas que incrementan el ozono sobre el suelo, esto por consecuencia incide negativamente en el rendimiento de los cultivos hasta un 30%; sin embargo, el problema incrementa y empeora al ser envases que han tenido almacenado agroquímicos, lo cual no solo incrementa el daño al ecosistema, sino que además también repercute en la salud de las personas y vida silvestre e inclusive se va generando una cadena de contaminación a los recursos naturales como el agua.

Esta información se considera relevante, tomando en consideración que los efectos de las gestiones de los envases de los agroquímicos repercuten significativamente en la actividad agrícola directa e indirectamente, lo cual se justifica debido a que a partir de la incorrecta gestión de estos envases incrementan los índices de enfermedades no solo entre la población, sino que también a nivel de los trabajadores de las fincas productoras de cultivos como el banano, también se desencadena una línea de contaminación importante.

En cuanto a las acciones de fumigación terrestre a partir del uso de agroquímicos, se ha logrado determinar que las personas están expuestas a diversas situaciones que involucran el uso de este tipo de productos. En la siguiente tabla se exponen los ingredientes activos de algunos tipos de insecticidas de acuerdo con la información obtenida a partir del informe de Naranjo, *et al.* (2020):

Tabla 3
Agrotóxicos empleados en la fumigación terrestre

Ingrediente activo	Toxicidad en:				Bio-acumulable	Persistente
	Algas	Peces	Aves	Abejas		
Cadusafos		X		X		X
Diquat dibromuro						X
Diurón	X					
Glufosinato de amonio						
Fipronil						
Glifosato					X	
Imazalil						
Iprovalicarb						
Imidaclopid				X		

Isopirazam	X
Oxamyl	
Malation	X
Parafina aceites	
Spinosad	X
Paraquat	
Tertufos	

Tomado de Naranjo, *et al.* (2020). Elaborado por las autoras.

La mayoría de los agroquímicos que se emplean en las actividades de fumigación terrestre se encuentran categorizados como peligrosos y tóxicos de acuerdo con la OMS, al efectuar una revisión breve de cada una de las características de los ingredientes activos expuestos en la tabla previa, se exponen brevemente a continuación las mismas:

- Cadusafos: Están catalogados como altamente peligrosos de acuerdo con la OMS debido a que al entrar en contacto con la persona que no cuente con el equipo de seguridad respectiva, genera irritación ocular leve, dérmica y alergias, que conforme pasa el tiempo incide a que la persona tenga la sensación de que le falta el aire.
- Diurón, Iprovalicarb e Isopyrazam: Se han catalogado como elementos de alta incidencia a generar cáncer con base a lo expuesto en el Centro Internacional de Investigaciones.
- Glifosato: Al emplearse sin las respectivas medidas de prevención o equipos de protección, inciden a generar náuseas y vómitos, así como va desencadenando irritación en los ojos y la piel, y a mayor cantidad del mismo, más son los efectos que se pueden percibir principalmente a nivel de las vías respiratorias, lo cual es altamente peligroso para personas que sufren de asma y otras enfermedades ligadas.

- Paraquat: Dado a su toxicidad se ha prohibido su uso en algunas partes de la Unión Europea, sin embargo en países como Ecuador aún se sigue empleando en las actividades agrícolas; los efectos directos que tiene este tipo de ingrediente afecta a las células dado a que incide en la producción de radicales libres, genera estrés que por consiguiente repercute en la interrupción de los procesos bioquímicos, en otras palabras incide gravemente sobre las células, al punto de generar inclusive la muerte de las mismas.

Los datos de los estudios de evaluación de riesgos para el medio ambiente y la salud pueden requerir como una ayuda para una mejor comprensión del problema que estos productos ocasionan, sin embargo, también permiten tener una perspectiva mucho más clara de las motivaciones por la cual se siguen empleado. Los datos sobre la ocurrencia de enfermedades relacionadas con pesticidas entre poblaciones definidas en países en desarrollo son escasos, por lo que se necesita la generación de datos inclusive epidemiológicos descriptivos de línea basados en perfiles de acuerdo del área de estudio, el desarrollo de estrategias de intervención diseñadas para reducir la incidencia de intoxicaciones agudas y estudios periódicos de vigilancia en grupos de alto riesgo. Si bien existen esfuerzos enfocados en incluir investigaciones de brotes y exposiciones accidentales a pesticidas, así como estudios de consecuencias, análisis segmentados, estudios prospectivos y ensayos aleatorios de procedimientos de intervención, es posible recopilar información valiosa mediante el seguimiento del uso de producto final por la exposición humana en forma de niveles de residuos en los fluidos y tejidos corporales de la población en general.

Al efectuar el análisis de los resultados, es posible concluir que la producción de banano se da no solo entre las grandes fincas, sino también entre pequeños productores de la provincia, sin embargo, muchos de estos demandan en gran medida agroquímicos para garantizar que estén libre de plagas, pero con el incremento del precio de estos están buscando alternativas como los biofertilizantes, pero desconocen aspectos como los proveedores, precios, etc. Se elaboró una comparativa de los agroquímicos, identificándose que muchos productores no han tenido una capacitación previa para hacer uso de estos, siendo esto riesgoso no solo para la salud de quienes los usan, sino también de los habitantes de las zonas aledañas, especialmente de la actividad de fumigación aérea debido a componentes como el Clorotalonil, Tridemorf, y el Epoxiconazol.

Capítulo IV

Consumo de biofertilizantes en la producción ecuatoriana

En el presente capítulo se realiza un análisis del consumo de biofertilizantes en la producción ecuatoriana, en este caso se presenta una distinción sobre las implicaciones asociadas con el uso de este tipo de insumos en la producción de banano orgánico, así como también se presenta el tipo de fertilizantes que se utilizan, las empresas que los producen, entre otros aspectos generales que permitirán describir los beneficios de la sustitución de los agroquímicos por este tipo de productos.

4.1. Consumo de biofertilizantes en la producción agrícola

Para efectuar el análisis del consumo de biofertilizantes en la producción ecuatoriana, de banano y particularmente en Machala provincia de El Oro, se exponen algunos puntos relevantes:

- A nivel del Ecuador de acuerdo con el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca MAGAP se registran 162.039 hectáreas de banano, donde el 12% de estas están destinadas al cultivo de banano orgánico.
- En la provincia de El Oro el banano es la principal fuente de ingresos no solo para esta localidad, sino también para todo el país, es por ello que este sector ha tenido un constante desarrollo en cuanto a los procesos productivos, donde particularmente con el objetivo de incrementar la oferta de un producto más orgánico, con el paso del tiempo se han ido potencializando este tipo de producción, lo que consecuentemente ha incidido para que este producto sea exportado de manera exitosa al mercado europeo.
- La producción orgánica de banano ha desencadenado positivamente en los ingresos brutos para este sector y la economía del país, tomando en consideración que destacan características como la calidad, técnicas utilizadas en las que los agricultores deben prestar mucho más atención y control desde el punto de vista humano para cuidar las plantaciones de plagas, incorporación de abonos orgánicos, uso de biofertilizantes, fertilizantes eficientes y ausencia de todo tipo de químicos en la práctica de agricultura.
- Existen asociaciones de pequeños y medianos agricultores destinados exclusivamente al cultivo y producción de banano orgánico donde han logrado certificaciones

internacionales que los avalan para que el producto pueda ser exportado bajo el comercio justo, es decir, que los precios de esta categoría de bananos se respeten de acuerdo con las características del mismo.

- El cultivo de banano orgánico a su vez tiene las características de no registrar costos que se relacionen con el uso de plaguicidas, herbicidas u otros productos que contengan componentes tóxicos y nocivos para el ser humano, la vida silvestre y el medio ambiente.
- La producción sostenible también está arraigada con el cultivo de frutos orgánicos, ya que al existir para esta actividad un menor porcentaje de uso de pesticidas y químicos que se emplean comúnmente, reducido es el impacto que se genera tanto al usarlos como en su previa producción.

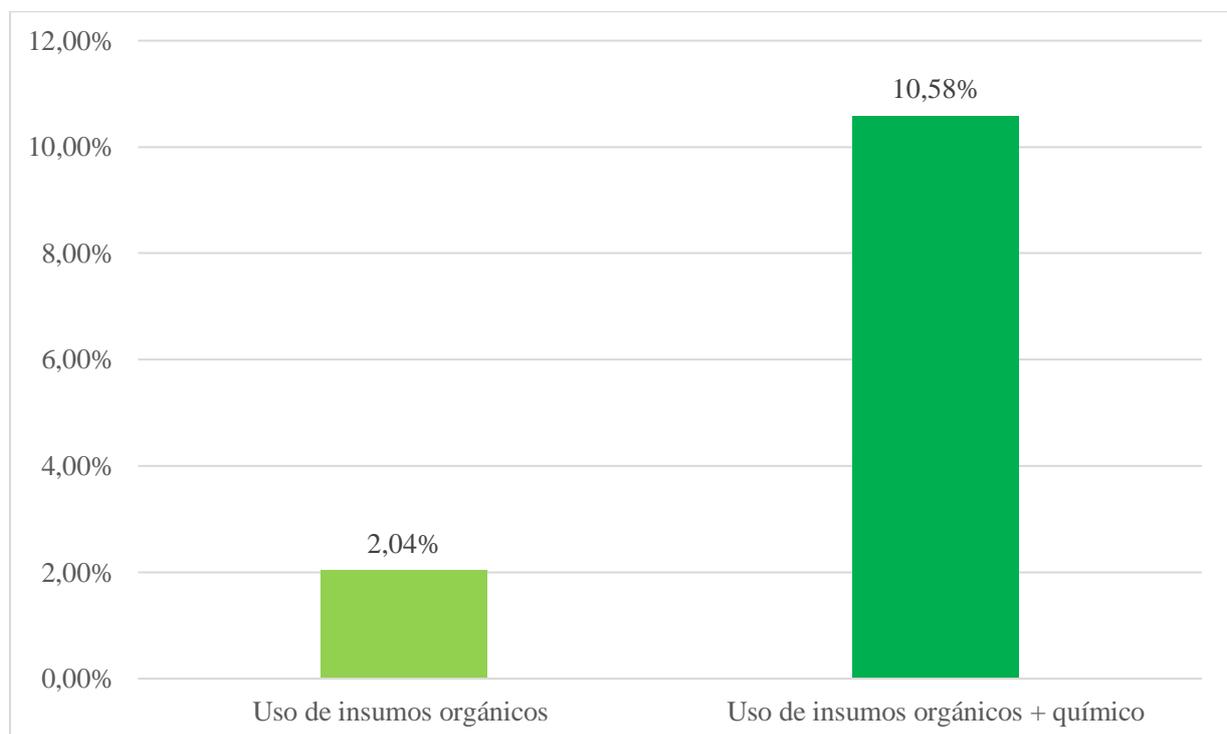
Figura 5
Producción de banano orgánico



Fuente: Urgilés, Toral y Patiño (2021)

La producción de banano orgánico en el Ecuador y particularmente en la provincia de Santa Elena es una oportunidad significativa para que este sector logre destacarse en el mercado internacional, donde particularmente existen mercados donde la demanda de productos más naturales es cada vez más creciente, teniendo en consideración que existe un mayor nivel de referencia sobre lo que ocasionan los fertilizantes con componentes tóxicos que no solo alejan a las plagas, sino que repercuten en la salud de las personas y en la degradación del medio ambiente, sin embargo, de acuerdo a varios reportes, en los procesos agrícolas del Ecuador, el uso de insumos químicos o la combinación de estos con insumos orgánicos es significativamente más alto que el uso de insumos netamente orgánicos, lo que desencadena en la problemática de salud y medio ambiente antes descritas.

Figura 6
Uso de agroquímico en los cultivos permanentes



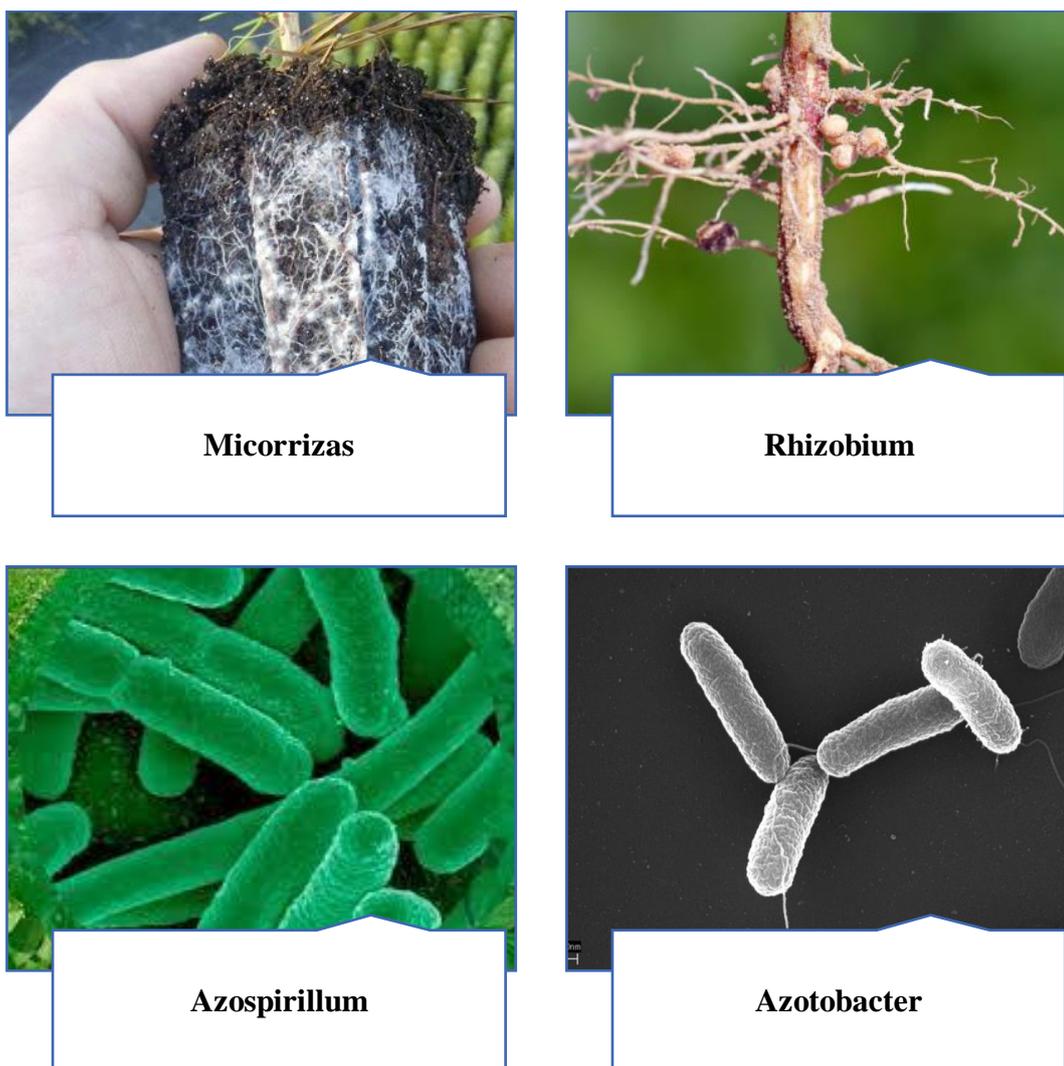
Tomado de INEC (2016)

La producción orgánica de banano en el Ecuador y del cantón Machala también ha sido objeto de constantes investigaciones a través de los cuales se ha logrado identificar algunas alternativas para la reducción de agroquímicos de acuerdo a (Urgilés, Toral, & Patiño, 2021), donde se han determinado atributos de algunos insumos naturales que solos o combinados sin aditivos químicos, cumplen la misma función que los fertilizantes convencionales, es decir, proteger las plantaciones de banano frente a los diversos tipos de plagas que se desarrollan en el entorno.

Logros importantes que se han determinado en la producción bananera:

- El incremento de la productividad de los cultivos de banano se ha debido principalmente por la realización de la fertilización balanceada en el cultivo, es decir, no solo depender de elementos creados modificados genéticamente para el proceso productivo, sino que se están buscando alternativas eficientes.
- Algunas alternativas para la reducción de agroquímicos es la utilización de:

Figura 7.
Biofertilizantes



Fuente: Anchundia, Suatunce y Poveda (2021)

Particularmente en lo que respecta al uso específico de los biofertilizantes en la producción de banano en el Ecuador y particularmente en el cantón Machala de la provincia de El Oro, de acuerdo con datos provistos a través de Anchundia, Suatunce y Poveda (2021),

dentro de esta localidad algunos son los indicadores que permite hacer comparativos de rentabilidad frente al cultivo de banano convencional, tal como se expone en la siguiente tabla:

Tabla 4

Análisis comparativo de los indicadores de rentabilidad de banano convencional en una hectárea al año.

Indicadores	Banano orgánico	Banano convencional
Muestra de hectáreas tomadas	1	1
Racimo por hectáreas	40	44
Fruta rechazada	111	107
Ratio	1,30	1,38
Caja	2,600	3,120
Precio caja (\$)	8,00	6,36
Ingreso bruto (\$)	20.800,00	19.843,20
Costo unitario/caja (\$)	4,89	3,94
Utilidad de la caja (\$)	3,11	2,42
<u>Rentabilidad por caja (%)</u>	<u>38,82</u>	<u>38,06</u>

Tomado de Anchundia, Suatunce y Poveda para el Instituto de Documentación e Información Científica y Técnica de la Habana Cuba (2021)

De la tabla presentada previamente, es posible determinar que entre las variedades de banano convencional y orgánico son reducidas las diferencias en cuanto a la obtención de racimo por hectárea, frutas que se rechazan, y la rentabilidad por caja que genera cada tipo; sin embargo, en cuanto a indicadores como la utilidad por caja, costo unitario y precio de caja es posible visualizar algunas diferencias que a volúmenes mayores representan un mayor nivel de diferenciación entre el cultivo de uno y otro.

De acuerdo a Anchundia, Suatunce y Poveda (2021), “La diferencia en la producción está relacionada con que la agricultura convencional se basa en la utilización intensiva de insumos químicos, que a su vez generan una mayor producción, pero con contaminantes químicos y problemas ambientales” (p. 12), la producción de banano orgánico de acuerdo a lo expresado previamente, viene acompañado de la calidad del mismo y el precio, teniendo en

consideración que al ser cultivados estrictamente bajo técnicas e insumos amigables con el medio ambiente y la salud, garantizan a que el producto en efecto sea valorado en los mercados internacionales y particularmente entre los consumidores que actualmente buscan alternativas más saludables a la hora de consumir un fruto.

De igual manera se tomó como referencia la investigación efectuada por Narváez y Espinoza (2021) de la Universidad Zamorano, la cual es una de las principales instituciones educativas internacionales especializadas en el agro, quienes efectuaron un análisis del impacto ambiental de los dos sistemas de producción del banano, para esto se basaron en la prueba de McNemar para la cual se tomaron como referencias variables como el uso de la tecnología, fertilizantes, abonos orgánicos que se emplean usualmente en ambos procesos de cultivo y producción, donde se determinó lo siguiente:

Tabla 5.

Resultado de la prueba de McNemar para detectar cambios en la siembra de banano orgánico. Leyenda: a. Distribución binomial utilizada.

		Después			
		1	2	Total	
Antes	1	Recuento % del total	2 7,70%	19 73,10%	21 80,80%
	2	Recuento % del total	4 15,40%	1 3,80%	5 19,20%
Total		Recuento % del total	6 23,10%	20 76,90%	26 100%

Tomado de Narváez y Espinoza (2021),

La interpretación de la tabla previa a partir de la prueba McNemar, refleja que la producción del banano orgánico arroja un nivel de significancia del 73.9%, en otras palabras, se determina que el impacto ambiental del sistema de siembra de banano orgánico tiene menor impacto ambiental, tomando en consideración que no demanda del uso de agroquímicos, los cuales en su proceso de fabricación industrial repercuten en la generación de gases de efecto invernadero y consecuentemente también en su aplicación generan daños significativos a nivel ambiental, tomando en consideración que los componentes de los mismos son tóxicos; mientras que en el caso de los fertilizantes eficientes, su composición básicamente está compuesta de nitrógeno y carbono orgánico en bajos porcentajes, mientras

que las sustancias orgánicas tienen una representación del 70%, es decir, significativamente más alto es el nivel de componentes ecológicos que incluso son desarrollados a grandes escalas, donde su impacto en el ecosistema es mínimo.

Del proyecto de Narváez y Espinoza (2021), quién efectuó un análisis referente a los costos que se suelen incurrir tanto en la producción del banano convencional como orgánico, determinaron lo siguiente:

Tabla 6

Comparativa de los costos en la producción de banano convencional y orgánico

Actividad	Tipo	Monto
-Sueldos	Convencional	-\$35,344
-Gastos administrativos		-\$48,096
-Mantenimiento de bombas y drenajes		-\$12,000
-Certificaciones		-\$1,200
	Total	\$96,640
-Sueldos	Orgánico	-\$35,344
-Gastos administrativos		-\$48,096
-Mantenimiento de bombas y drenajes		-\$12,000
-Certificaciones		-\$2,700
	Total	\$98,140

Tomado de Narváez y Espinoza (2021),

Como se logra identificar en la tabla previa, los costos fijos anuales que se identifican en las granjas de cultivo de banano tanto orgánicos como convencionales presentan mínimas diferencias en valores, sin embargo, donde es posible determinar las principales disimilitudes, es a nivel de las certificaciones, esto se justifica debido a que para el banano orgánico se precisan los respaldos que garanticen que todo su procesos ha sido exclusivamente orgánico, no se han empleado pesticidas o cualquier componente tóxico que repercuta a corto, mediano o largo plazo en el medio ambiente o el ser humano, así como se debe garantizar que los procesos en general no han demandado de insumos con componentes tóxicos y que vayan en contra de lo que se demanda para una completa certificación orgánica, esto también es valorado a nivel de los consumidores.

Las fincas que se dedican en la provincia de El Oro al cultivo de banano orgánico de acuerdo con Vargas (2018) son:

Figura 8.

Fincas productoras de banano orgánico



Fuente: Narváez y Espinoza (2021)

De la previa información expuesta, por lo tanto, es posible determinar a su vez que la provincia de El Oro ocupa el tercer lugar de acuerdo con la investigación efectuada por Vargas (2018) en el cultivo de banano orgánico, esto se expone de acuerdo a la siguiente tabla a continuación:

Tabla 7.

Oferta de banano orgánico

Provincias	Hectáreas cultivadas
Los Ríos	50,419
Guayas	44,646

El Oro	43,53
Cañar	4,974
Esmeraldas	3,563
Cotopaxi	3,123
Pichincha	280
Manabí	123
<u>Azuay</u>	<u>37</u>

Tomado de Vargas (2018)

Es posible determinar por lo tanto, que la producción del banano en el Ecuador y particularmente en el cantón Machala ha estado ligada al uso principalmente de insumos con características y componentes que los ubican como los responsables de desencadenar efectos nocivos a nivel del medio ambiente, y particularmente en el ser humano, teniendo en consideración que tradicionalmente desde que esta industria se potencializó en el país, no se consideraron en primera instancia el uso de insumos agroquímicos para tratar y hacer frente a las plagas, sino que durante los últimos años conforme a las diversas investigaciones efectuadas, se ha determinado que el uso de estos componentes tienen repercusiones significativas en la vida del ser humano.

Por lo tanto, se concluye de acuerdo a lo expuesto en este capítulo que la actividad agrícola, y particularmente el cultivo de banano es sumamente importante para la provincia de El Oro, lo que le ha permitido obtener el reconocimiento internacional y ser un rubro importante para su PIB provincial; Con el paso del tiempo se ha incrementado la tendencia de cultivos orgánicos de esta fruta empleando menos insumos químicos y más biofertilizantes, esto consecuentemente ha permitido que se obtengan mejores ingresos, debido a que el banano orgánico a pesar de tener un costo unitario mayor la rentabilidad por caja es superior, lo que beneficia a los productos a nivel económico y, consecuentemente se logra contribuir con el medio ambiente; las certificaciones del banano orgánico a pesar de tener un costo mayor, garantizan a que el producto otorgue las garantías pertinentes a los consumidores que cada vez buscan opciones más naturales.

Capítulo V

Análisis costo beneficio sustentable

En el siguiente capítulo se presenta el análisis del costo-beneficio sustentable, en el que se describe cuáles son las desventajas encontradas respecto al uso de agroquímicos en la producción bananera, cuáles son las normativas que se encuentran vigentes en el Ecuador y controlan su uso, así como también cuáles son las ventajas comparadas del uso de biofertilizantes en el sector bananero. En este caso se hace un análisis a partir de los hallazgos obtenidos mediante el estudio de campo y la revisión documental, considerando que la información expuesta en este apartado se presenta con base a las normas APA séptima edición.

5.1. Desventajas asociadas con el uso de agroquímicos según la legislación ecuatoriana

De acuerdo con el estudio desarrollado por Naranjo, *et al.* (2020), a nivel regional Ecuador se ha constituido en el tercer país que utiliza mayor cantidad de agroquímicos por unidad de cultivo, siendo los herbicidas, fungicidas e insecticidas los principales productos utilizados en la producción bananera. Durante la última década la demanda y uso de este tipo de insumos químicos se mantuvo en crecimiento, esta tendencia se atribuyó a las políticas implementadas para fortalecer la actividad agrícola, que incorporó la intensificación del modelo productivo y la utilización de pesticidas.

Sin embargo, estos escenarios se contraponen a lo establecido en la Constitución de la República del Ecuador (2008), en la que de acuerdo con el artículo 71, se reconocieron los derechos de la naturaleza, lo que involucra la obligatoriedad de los diferentes actores sociales de mantener, proteger y promover la regeneración de los recursos naturales esenciales para la vida. A la par, en el artículo 66 se reconoce que todos los ciudadanos tienen derecho a habitar y desenvolverse en entornos naturales sanos, en los que se mantenga el equilibrio de los componentes ecológicos, se proteja la biodiversidad y sobre todo que sean entornos libres de contaminación.

Por otra parte, en el artículo 73 de la Constitución de la República del Ecuador (2008), se establecen las prohibiciones específicas entre las que se determina “Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar definitivamente el patrimonio genético nacional” (p. 33). Esto incluye el uso de

agroquímicos, que pueden contaminar los suelos y los recursos hídricos; así mismo, en la Carta Magna se detalla la prohibición de producir, comercializar, importar y utilizar insumos tóxicos que pueda provocar una contaminación persistente.

Sobre el derecho de las comunidades a vivir en un ambiente sano, en el artículo 397 de la Constitución de la República del Ecuador (2008), se determina que en caso de que se registren afectaciones ambientales significativas, como por ejemplo asociadas con el uso indiscriminado de agroquímicos, el Estado deberá intervenir de forma inmediata y aplicará las medidas correspondientes para restaurar y proteger a los ecosistemas. Así mismo, se contemplan sanciones para quienes hayan provocado afectaciones sobre el medio ambiente, ya sea que el daño haya ocurrido por descuido, de forma deliberada o se encuentre asociado con el ejercicio de sus actividades productivas. Cabe señalar que, de acuerdo con Naranjo, *et al.* (2020), actualmente se encuentran vigentes los siguientes cuerpos normativos en los que se contempla la protección al medio ambiente y las regulaciones sobre el uso de agroquímicos:

Tabla 8

Legislación vigente que regula el uso de agroquímicos en el Ecuador

Entidad que la promulga	Nombre	Detalle	Tipo de documento
Comunidad Andina	Manual Técnico Andino para el Registro y Control de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola	Determina los criterios, técnicas y procesos a seguir para llevar a cabo evaluaciones que garanticen que los agroquímicos utilizados en la producción agrícola cumplen con los requisitos y estándares aceptados por cada uno de los países que conforman la Comunidad Andina de Naciones	Norma Internacional
Ministerio del Ambiente	Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental	Establece los controles y prohibiciones respecto al uso de determinados agroquímicos que pueden provocar contaminación	Ley
Ministerio de Agricultura y Ganadería	Ley de Sanidad Agropecuaria	Establece los controles y regulaciones sobre la sanidad de productos vegetales desde el ámbito de las actividades de comercio exterior, esto incluye el uso de agroquímicos durante la producción y el grado de eficiencia	Ley Orgánica
Ministerio del	Código Orgánico	Controla el uso de plaguicidas en	Código

Ambiente Ministerio de Agricultura y Ganadería	Ambiental Reglamento de Plaguicidas y productos afines de uso agrícola	la producción forestal Se faculta al Ministerio de Agricultura y Ganadería a ejecutar las actividades de control y supervisar el cumplimiento de lo establecido en el reglamento sobre el registro y uso de plaguicidas en la producción agrícola	Orgánico Decreto Ejecutivo
Ministerio del Ambiente	Reglamento del Código Orgánico Ambiental	Controla y regula el registro de los componentes químicos que se encuentra en los agroquímicos utilizados en el sector agrícola. En este caso se controla las importaciones de este tipo de productos, su producción a nivel local, formulación, comercialización, almacenamiento y exportación.	Decreto Ejecutivo
Ministerio de Agricultura y Ganadería; Ministerio del Ambiente; Ministerio de Salud Pública; Dirección general de Aviación Civil Ministerio de Agricultura y Ganadería	Reglamento Interministerial para el saneamiento ambiental agrícola	Se establecen las directrices a considerar en las fumigaciones que se realicen sobre las plantaciones, ya sean aéreas o terrestres.	Reglamento Interministerial
Ministerio de Agricultura y Ganadería	Norma complementaria a la Decisión 804 de la Comunidad Andina registro y control de plaguicidas químicos de uso agrícola.	Se faculta a AGROCALIDAD como entidad encargada de verificar el cumplimiento de las disposiciones establecidas en la norma, sobre el registro y control del uso de agroquímicos en la producción agrícola.	Resolución
ARCSA	Reglamento para el registro sanitario y control de plaguicidas de uso doméstico, industrial y en salud pública.	Controla el registro, modificación, suspensión o cancelación del Registro sanitario de agroquímicos que se utilizan en el sector agrícola.	Resolución
Agrocalidad	Norma complementaria para aplicar la Decisión 804 para el registro y control de plaguicidas de uso agrícola	Determina los pasos a seguir para realizar el registro de agroquímicos, así como también los mecanismos de control y supervisión, e importaciones de los componentes activos que se utilizan para la producción de estos insumos.	Resolución
Agrocalidad	Procedimientos para	En esta resolución se determinan	Resolución

	el registro y control de empresas de aplicación aérea de plaguicidas y productos afines de uso agrícola	los lineamientos y técnicas a seguir para realizar fumigaciones aéreas sobre las plantaciones agrícolas	
Agrocalidad	Instructivo para el control de plaguicidas y productos afines de uso agrícola	Determina los procesos a seguir para realizar el control durante todas las fases de producción en las que intervenga el uso de agroquímicos	Resolución

Tomado de Naranjo, *et al.* (2020). Elaborado por las autoras.

En este sentido, a pesar de que existe un amplio marco legal en el que se contempla el reconocimiento y la protección de los derechos de la naturaleza, además se determina que cualquier individuo o comunidad tiene la facultad de solicitar al Estado y a los órganos judiciales apliquen la tutela efectiva para garantizar el cumplimiento de lo que se estipula en la Constitución de la República sobre el cuidado del medio ambiente. No obstante, en la práctica se ha evidenciado el incumplimiento de estas disposiciones, puesto que a través de la revisión documental se identificó la prevalencia de problemas de contaminación del suelo y las fuentes hídricas a causa del uso de productos agroquímicos, lo que a su vez ha generado un impacto negativo sobre la salud de las poblaciones que habitan en zonas aledañas a las plantaciones de banano.

Según lo manifestado por Naranjo, *et al.* (2020):

Las normas existentes sobre plaguicidas, ponen énfasis en la productividad y competitividad. Se parte del supuesto que el uso “racional” de plaguicidas, y las buenas prácticas agrícolas, van mejorar la calidad de vida de los productores agropecuarios, aun cuando están diseñadas por y para la producción industrial a gran escala. (p. 83)

Desde esta perspectiva, a pesar de que la legislación vigente contempla la protección del medio ambiente, también están fuertemente marcadas por un enfoque direccionado a fortalecer e impulsar el desarrollo de la actividad agrícola para lograr una mayor competitividad en el marco del comercio internacional. Tal es el caso de la Ley de Sanidad Agropecuaria que se basa en el principio de “no discriminación” y sobre el principio de la

“nación más favorecida” que constituyen dos de los ejes centrales sobre los que se desarrolla el comercio internacional.

Estos criterios se contemplan para regular los límites permitidos de residuos de agroquímicos, los aditivos que se utilizan en la producción alimentaria y las prohibiciones que se contemplan en los controles sanitarios. Sin embargo, al normar los productos agrícolas bajo los principios que rigen el comercio exterior, se perjudica a los productores que únicamente destinan su producción a la comercialización interna. Sobre este escenario, Naranjo, *et al.* (2020), concluyeron que es poco probable que las actividades de producción agrícola a baja escala puedan provocar la proliferación de plagas y/o enfermedades que afecten a los cultivos, por lo que es importante que se diseñen normativas diferenciadas.

Por otra parte, si no se maneja adecuadamente, el almacenamiento y aplicación de agroquímicos puede tener toda una serie de efectos adversos graves sobre el medio ambiente. La producción de agroquímicos también involucra el uso de componentes activos que pueden resultar altamente contaminantes, además demanda el uso de altos índices energéticos lo que resulta en un alto consumo de recursos y la emisión asociada con los gases de efecto invernadero. Los ingredientes activos como el epoxiconazol, cadusafos, diquat dibromuro, entre otros; en particular pueden tener un impacto negativo en la fertilidad del suelo y la calidad del agua, puede ser altamente persistente. La calidad del aire puede verse afectada por las fumigaciones aéreas y la aplicación de fertilizantes de urea, así como las emisiones de óxido nitroso de los suelos fertilizados. De acuerdo a la investigación efectuada por Espín (2016), quién se centró en la evaluación de los efectos de la contaminación ambiental, y específicamente del aire para Facultad de Ingeniería en Geología de la Universidad Central del Ecuador, para la revista Investigación y Desarrollo, donde a través del método de muestreo pasivo, determinándose que plaguicidas como el Cloripirifos presente en 43 de 43 de muestras, y nematicidas 79% de las muestras se expanden fácilmente a otras áreas en las que hace fumigaciones, llegando a más de 15 Km.

Se requiere un control efectivo del uso de fertilizantes en la producción agrícola para evitar la contaminación del suelo con componentes que pueden representar un peligro para los seres humanos y el medio ambiente. Sin embargo, existen diferencias entre lo que se establece en las normativas en estas áreas del derecho y la práctica. Estos se relacionan, por ejemplo, con los propios contaminantes regulados que a pesar de estar prohibidos en países

de la Unión Europea se permite su uso en la producción de agroquímicos a nivel local, también se consideran los niveles y transporte, así como los valores límite a observar y la ponderación de los objetivos de protección (salud de humanos y animales, ecosistema, medios ambientales).

- En las familias: La fumigación con componentes tóxicos en los cultivos de banano al igual que cualquier otro tipo de sembrío no solo afecta a los trabajadores que están en contacto con estos insumos, sino que, la fumigación especialmente que se realiza a través del aire incita a que su expansión sea mucho más significativa, poniendo en peligro la salud de las personas especialmente niños, mujeres embarazadas y ancianos, que al inhalar o consumir de manera indirecta alimentos fumigados con pesticidas, repercute negativa en su bienestar, y a largo plazo también se ha determinado algunos efectos nocivos.
- En el medio ambiente: Algunos tipos de agrotóxicos cuentan con componentes que hacen que no se degraden naturalmente, sino que tienen la característica de ser persistentes, lo que incide a que su duración permanezca por mucho más tiempo en las superficies en las que son esparcidos. Esto también repercute a que en áreas destinadas al pastoreo sea contaminados y por ende consumidos por los animales de granja y de compañía, los cuales en primera instancia no parecen ser dañinos, sin embargo, con el paso del tiempo también desencadenan daños importantes en el organismo de estos, consecuentemente en el agua este tipo de insecticidas también se acumulan.
- En los alimentos: Los pesticidas especialmente los esparcidos de manera indiscriminada y bajo sistemas aéreos son desencadenantes de enfermedades y padecimientos que repercuten no solo en el bienestar, sino también su estado anímico, consecuentemente esto empeora la situación de los pequeños productores y familias que viven cerca de las plantaciones de banano y por ende deben acogerse a los procesos que las grandes bananeras implementan; se ha comprobado que más allá de los “beneficios” que genera el uso de plaguicidas en las plantaciones para mantener alejadas a las plagas, y otros componentes que ayudan a potencializar las plantaciones, tienen negativo impacto en la soberanía alimentaria, teniendo en

consideración que de forma indiscriminada las fumigaciones repercuten en la contaminación de los cultivos.

En contraste con lo expuesto, recursos naturales como el agua también se ven afectados por los altos índices de fumigación con plaguicidas, y esto consecuentemente repercute en la vida marina que se desarrolla y convive en esta, es decir, se genera todo un ciclo de contaminación en relación con el uso de los plaguicidas empleados en los cultivos y sembríos.

5.2. Costo beneficio sustentable asociado con el uso de biofertilizantes

En un contexto general, existen varios enfoques para determinar el costo-beneficio de un proyecto, generalmente se analizan los posibles impactos a nivel socioeconómico; no obstante, para efectos del presente estudio se lleva a cabo un análisis a partir de las implicaciones ambientales y el impacto a nivel de sustentabilidad asociado con el uso de biofertilizantes en la producción bananera. Es importante tomar en consideración que el uso de este tipo de insumos en la agricultura es un requisito básico para la fertilidad del suelo, el aporte de nutrientes y la prevención enfermedades como la sigatoka negra que puede afectar a la producción de banano.

El equilibrio entre la protección de la planta y la preservación del suelo dependerá de la aplicación de la medida correcta de fertilizantes, puesto que es especialmente importante el uso de una dosificación adaptada a las necesidades de la planta, no solo para reducir los costos asociados, sino también para prevenir afectaciones significativas sobre el medio ambiente. Sin embargo, a través del análisis documental se logró identificar que en la producción bananera local se utilizan altos porcentajes de agroquímicos que se asocia con un impacto negativo sobre el medio ambiente y la salud de las comunidades.

La sustitución de agroquímicos por biofertilizantes es una alternativa viable para prevenir los efectos negativos sobre el suelo, el agua, la biodiversidad y la salud de las personas que habitan en zonas aledañas a las plantaciones de banano en la ciudad de Machala y se han visto afectadas por las fumigaciones aéreas que se realiza en la zona que llegan a 15 Km de acuerdo al estudio de Espín (2016). Los programas gubernamentales, así como los proyectos de desarrollo, promueven el desarrollo de propuestas basadas en la agroecología

como una alternativa a la agricultura química convencional y enfatizan aspectos como el respeto al medio ambiente y la sostenibilidad (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2019).

En este sentido, la producción de biofertilizantes es una opción cada vez más utilizada en los cultivos de banano, principalmente en la producción orgánica. Según el informe presentado por Urgilés, *et al.* (2021) sobre las alternativas que se contemplan actualmente para disminuir el uso de agroquímicos en este sector productivo se incluyen: “Mancha de la hoja, oídio, mildui y fusariosis son las patologías más comunes; biofertilizantes para reducir la ocurrencia de R4T” (p. 1). Otras alternativas que se analizan y buscan potenciarse según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (2019), incluyen la producción de biofertilizantes a partir del suero de leche, la cual según se ha comprobado a partir de las evaluaciones realizadas por expertos en el área, previene la proliferación de la sigatoka negra en la producción bananera.

Existen varias posibilidades y beneficios asociados con el uso de biofertilizantes, no solo desde la perspectiva de desarrollo sustentable, sino también como alternativa para incrementar la competitividad en los mercados internacionales. En este contexto, las normas orgánicas juegan un papel crucial ya que garantizan a los consumidores una cierta calidad del proceso y ofrecen a los productores bananeros una herramienta para introducir sus productos en los mercados internacionales. Consecuentemente, el aumento de la producción de banano orgánico, la eliminación o sustitución del uso de ciertos componentes químicos que han sido prohibidos en otros países del continente europeo, puede facilitar y fortalecer el comercio internacional.

Por otra parte, el desarrollo continuo de tecnologías para la formulación y producción de biofertilizantes, sumado a los escenarios actuales en los que los agroquímicos se comercializan a precios más altos pueden conducir en el mediano y largo plazo a que los productores bananeros de la ciudad de Machala opten por reemplazar el uso de este tipo de insumos e implementen alternativas más amigables con el medio ambiente. Por ejemplo, en un estudio desarrollado por Mata, *et al.* (2021), sobre el costo-beneficio económico de la producción de banano bajo procesos convencionales en los que se utilizan agroquímicos versus la producción de banano orgánica en la que se utilizan biofertilizantes en los escenarios actuales, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 9*Costos y rentabilidad de la producción de banano*

Criterios de análisis	Banano orgánico	Banano convencional
Costos de fertilizantes por ha/año	\$1,744.00	\$3,024.00
Rendimiento (caja/ha/año)	2,600	3,120
Ingreso (\$)	\$20,800.00	\$19,483.20
Costo total (\$)	\$12,724.77	\$11,342.68
Beneficio neto (\$)	\$8,075.23	\$8,500.72
Riesgo/beneficio (\$)	\$1.63	\$1.75
Rentabilidad (\$)	\$0.63	\$0.75
Precio venta caja	\$8.00	\$6.36
Costo fijo	\$3795.38	\$2623.95
Certificaciones	\$2,700	\$1,200

Tomado de Mata, *et al.* (2021). Elaborado por las autoras.

La sustitución de agroquímicos por biofertilizantes en la producción bananera y sobre otros cultivos, es una estrategia que se encuentra en una etapa de desarrollo y el Ministerio de Agricultura y Ganadería está impulsando como mecanismo para tratar de reducir el impacto generado sobre el medio ambiente por la producción convencional. Además de alinearse a los criterios sobre los que se basa la agroecología, constituye una alternativa que les permitirá a los productores bananeros de la ciudad de Machala realizar un correcto manejo del suelo, reducir los costos a mayor escala de producción, generar un mayor valor agregado al producto final, considerando que el banano que ha sido producido sin el uso de agroquímicos se comercializa a un PVP más alto.

Otro de los beneficios que podría proporcionar a largo plazo la sustitución de los agroquímicos se asocia con la fertilidad de los suelos. En este caso, una agricultura orientada a la sustentabilidad asegura altos rendimientos y productividad del suelo, puesto que se elimina el uso de agroquímicos que pueden contaminar y alterar las características del suelo y las aguas superficiales. Por lo tanto, se utilizan métodos de gestión y técnicas de procesamiento sostenibles para asegurar el contenido de minerales y evitar la compactación y la erosión del suelo. Desde la perspectiva de la agroecología, la protección y la calidad del

suelo son aspectos que se logran con el uso de insumos que contengan componentes orgánicos que contribuyan a mineralizar y liberar nutrientes que favorecerán a los procesos de cultivo posteriores (Intagri, 2022).

De al estudio efectuado por Marín (2019) sobre el impacto del uso de biofertilizantes a generados a partir de residuos orgánicos en los suelos para la revista Conciencia, se determinó que la fertilización de los cultivos por medio del uso de biofertilizantes ha mejorado la productividad y la usabilidad sostenible de los suelos agrícolas en las últimas décadas. Los avances en rendimiento de los biofertilizantes que se han alcanzado en los últimos años se han logrado con una mejora simultánea en la eficiencia en el uso de componentes orgánicos y la aplicación de procesos que contemplan la protección de cultivos. Esto solo es posible con suelos sanos y en buenas condiciones, por lo tanto, se podrían obtener beneficios a mediano y largo plazo derivados de la eliminación del uso de agroquímicos.

El aumento progresivo de la demanda de productos orgánicos, los requisitos que establecen los países importadores de banano sobre el tipo de componentes y los límites permitidos sobre el uso de determinados componentes activos en la producción de fertilizantes, son factores que también permiten determinar la idoneidad de reemplazar los productos agroquímicos por biofertilizantes. En el Ecuador, cada vez son más los productos agrícolas que se cultiva mediante la aplicación de métodos con enfoque de sustentabilidad y sostenibilidad, además del banano, también se está reemplazando los agroquímicos para la producción de cacao, café y caña orgánica.

Además, es importante considerar que las condiciones asociadas con el incremento del precio de los fertilizantes, están asociadas con indisponibilidad del producto a causa del conflicto armado entre Rusia y Ucrania, en cuyo caso aún existe incertidumbre sobre el tiempo estimado que tardará en solucionarse; por lo tanto, la disponibilidad de biofertilizantes y la posibilidad de adquirirlos a productores locales, puede ser visto también como un beneficio que incentive la sustitución de los agroquímicos utilizados en la producción bananera.

Se logra concluir de este capítulo que en los últimos años se ha generado un aumento progresivo de la producción de bananos orgánicos, donde si bien los ingresos no distan entre

lo que se genera con el cultivo y venta del banano convencional, el interés de los ambientalistas y productores orgánicos es el beneficio que se genera al medio ambiente y a la salud de las personas, ya que tienen claro que el reducir las fumigaciones aéreas y tradicionales empleando agroquímicos, mitigan la contaminación en aire, agua y sobre las personas y vida silvestre que habitan cerca de estas fincas, tomando en consideración que los componentes de estos químicos a largo plazo desencadenan problemas a la salud de las personas y vida silvestre, y su impacto es más alto cuando se esparcen vía aérea ya que alcanzan los 15 Km.

CONCLUSIONES

El uso de biofertilizantes en la producción no solo tiene un impacto favorable en la ecología; si no también la implementación de estos productos hace que sean más rentables económicamente a diferencia de los fertilizantes regulares o convencionales. Por lo tanto, con la implementación de los biofertilizantes en el proceso de producción, se contribuirá a reducir el alto impacto provocado por la actividad agrícola, esto ayudará a crecer exponencialmente el rendimiento de los cultivos, así como la capacidad productiva de los suelos. Con base a esta premisa y de acuerdo con los objetivos específicos formulados, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- A partir del análisis bibliográfico se logró establecer la fundamentación teórica de la investigación; en este caso, el estudio se sustenta a partir de las aportaciones realizadas por la Unión Europea sobre la economía circular, y las bases establecidas por la Organización de las Naciones Unidas sobre el desarrollo sustentable y la agroecología, que consisten en procurar el desarrollo de procesos productivos de modo que genere el menor impacto sobre el medio ambiente y permita lograr una adecuada y eficiente gestión de los recursos naturales.
- Por otra parte, en cumplimiento con el segundo objetivo específico, se logró determinar que aproximadamente el 50% de los productores bananeros de la provincia de El Oro, utilizan agroquímicos en los procesos de producción que realizan. De acuerdo con las aportaciones realizadas por los productores que participaron en el grupo de discusión, inicialmente los biofertilizantes se comercializaban a precios más altos en comparación con los agroquímicos, lo que podría constituir una de las causas por las que no utilizarán este tipo de insumos con anterioridad.
- En cumplimiento con el tercer objetivo específico, se logró determinar que aproximadamente el 12% de los productores bananeros de la provincia de El Oro utilizan biofertilizantes en sus cultivos. Según lo indicado por los productores y los expertos consultados, el incremento en el precio de los agroquímicos es un factor que los motiva a sustituir estos insumos por biofertilizantes.
- Finalmente, a partir de la información teórica, documental y los aportes realizados por los productores bananeros y expertos en el campo de

agronomía, se logró analizar el costo beneficio sustentable de la sustitución de agroquímicos por biofertilizantes. En este caso, si bien en un inicio el precio de los biofertilizantes superaba el precio con el que se comercializaban los agroquímicos, actualmente el incremento del valor de estos insumos ha sido un determinante para que los productores se muestren más interesados en sustituir este tipo de insumos químicos por biofertilizantes.

- Por otra parte, a mediano y largo plazo se podrían obtener mayores beneficios asociados con una mejor preservación del medio ambiente, ya que se reduciría la contaminación del suelo y las aguas superficiales y a su vez se reduce el impacto negativo provocado sobre la salud de las personas que habitan en sectores aledaños a las plantaciones bananeras.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los ministerios competentes trabajar de forma conjunta con las asociaciones de productores bananeros de la ciudad de Machala y la Cámara de Productores Bananeros de la Provincia de El Oro en la implementación de programas de capacitación mediante los cuales se logre informar a los productores sobre las ventajas y beneficios relacionados con la sustitución de agroquímicos por biofertilizantes.
- Es recomendable que los Ministerios promuevan y financien investigaciones para desarrollar productos biofertilizantes que sean altamente efectivos para el control de plagas y hongos que afectan a los cultivos de banano, y que a su vez sean de bajo costo para incentivar a los productores a reemplazar progresivamente el uso de agroquímicos.
- Se recomienda a los productores Bananeros de la ciudad de Machala, llevar a cabo estudios comparativos respecto a la eficiencia relacionada con el uso de agroquímicos versus el uso de biofertilizantes en la producción. Esto les permitirá obtener información detallada y establecer la conveniencia (según su caso), de sustituir el uso de productos químicos por insumos que sean menos dañinos para el medio ambiente.
- A largo plazo se recomienda que el Gobierno ecuatoriano, a través del Ministerio de Agricultura y Ganadería y Agrocalidad, que registren e informen en canales oficiales web que tipos de insumos son de prohibición, así como el diseño de un plan para la sustitución de agroquímicos y contemplen la prohibición de insumos que contengan componentes que hayan sido prohibidos en la Unión Europea.
- Finalmente, se recomienda que en entidades como el Ministerio de Agricultura y Ganadería y Agrocalidad analicen a mayor profundidad y socialicen a través de informes oficiales el costo-beneficio económico de la sustitución de agroquímicos por biofertilizantes en el sector bananero. Los hallazgos que se obtengan podrían complementarse con la información descrita en el presente estudio para ofrecer un informe integral sobre esta temática.

Bibliografía

- Aguilera, F., Castiblanco, J., & Sarmiento, F. (2019). Principios, criterios y propósitos de desarrollo sustentable para la redensificación en contextos urbanos informales. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 21(1), 1-21. doi:<http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2019.21.1.1209>
- Arroyo, F. (2018). La economía circular como factor de desarrollo sustentable del sector productivo. *Universidad Central del Ecuador, Ecuador*, 1-14.
- Asamblea Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. [Registro Oficial 449 de 20-oct-2008]. Disponible en https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf.
- Asamblea Nacional. (2017). *Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria*. Quito: Registro Oficial.
- Ávila, L., Cordero, E., Ledezma, J., Galvis, A., & Ávila, A. (2021). La agroecología como alternativa: movimiento, ciencia y práctica para la justicia y soberanía alimentaria. *Inter disciplina*, 7(19), 195-218. Doi: <http://dx.doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2019.18.70293>.
- Benítez, M., Rivera, T., & García, L. (2021). *Agroecología y Sistemas Complejos: Planteamientos epistémicos, casos de estudio y enfoques metodológicos*. CopIt ArXives.
- Bonilla, J., Dávila, F., & Villa, M. (2021). *Revista Argentina de Salud Pública. Recimundo*, 1-8.
- Caballero, J. (2018). Análisis costo-beneficio de la factibilidad del uso de compost para la producción de trigo en la región de la Araucanía. *Universidad San Sebastián*, 1-14.
- Chalán, J. (2019). *Agricultura convencional y agroecología frente al cambio climático*. [Tesis de Maestría]. Universidad Andina Simón Bolívar. Disponible en: <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6634/1/T2860-MDSCC-Chalan-Agricultura.pdf>.
- Congreso Nacional. (2004). *Ley de Comercialización y Empleo de Plaguicidas*. Quito: Registro Oficial.
- Di Gerónimo, P., Videla, C., Fernández, M., Zamuner, E., & Laclau, P. (2018). Cambios en propiedades químicas y bioquímicas del suelo asociados al reemplazo de pastizales naturales por pinus radiata D. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 1-13.
- El Productor. (6 de abril de 2022). *El alza del precio de los fertilizantes hará que América Latina busque nuevos sistemas eficientes para sostener el agro*. Obtenido de <https://elproductor.com/2022/04/el-alza-del-precio-de-los-fertilizantes-hara-que-america-latina-busque-nuevos-sistemas-eficientes-para-sostener-el-agro/>
- Espín, M. (2016). Evaluación de los efectos de la contaminación ambiental, en la productividad de los cultivos agrícolas, en la parroquia de Tumbaco. *Investigación y Desarrollo*, 1-4.
- FAO. (2021). *Iniciativas y evidencias innovadoras de agricultura sostenible y agroecología para el desarrollo rural, escalables a políticas públicas en Cuba*. Food & Agriculture Org.
- FAO. (2021). *Legislar para promover la agroecología en la región de América Latina y el Caribe: Lineamientos para una ley modelo del PARLATINO sobre agroecología*. Food & Agriculture Org.
- Gómez, J., & Garduño, S. (2020). Desarrollo sustentable o desarrollo sostenible, una aclaración al debate. *Tecnura*, 24(64), 1-17. doi:<https://doi.org/10.14483/22487638.15102>

- Gómez, L., Ríos, L., & Eschenhagen, M. (2017). Propuesta de unos principios generales para la ciencia de la agroecología: una reflexión. *Revista Lasallista de Investigación*, 14(2), 212-219.
- Graziani, P. (2018). *La economía circular: un modelo económico que lleva al crecimiento y al empleo sin comprometer el medio ambiente*. Ideas.
- Hernández, J., Quiroz, J., & García, J. (2018). Análisis económico del uso de biofertilizantes comerciales en el cultivo del sorgo. *Revista Factores Agronómicos*, 496-513.
- Hernández, R. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana.
- Herrera, B. (2021). *Revisión sistemática. Uso de agroquímicos y medicamentos en producción de leche bovina y el riesgo en la salud pública en Colombia*. Refworks Export.
- INEC. (2016). *Información Ambiental en la Agricultura 2016*. [Informe institucional, INEC]. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Informacion_ambiental_en_la_agricultura/2016/PRESENTACION_AGRO_AMBIENTE_2016.pdf.
- Intagri. (12 de septiembre de 2022). *Los Biofertilizantes en la Agricultura*. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/biofertilizantes-en-agricultura>
- Izaguirre, M., Labandera, C., & Sanjuán, J. (2020). *Biofertilizantes en Iberoamérica: una visión técnica, científica y empresarial*. La Habana: Editorial Universitaria (Cuba).
- Lamprea, E. (2018). *El derecho de la naturaleza: Una aproximación interdisciplinaria a los estudios ambientales*. Siglo del Hombre Editores.
- Landini, F., Beramendi, M., & Vargas, G. (2018). Uso y manejo de agroquímicos en agricultores familiares y trabajadores de cinco provincias argentinas. *Revista Argentina de Salud Pública*, 22-29.
- Macías, A., & Hurtado, J. (2018). *Introducción al estudio de la bioquímica*. 3Ciencias.
- Maldonado, J. (2018). *Metodología de la investigación social: Paradigmas: cuantitativo, sociocrítico, cualitativo, complementario*. Ediciones de la U.
- Marín, D. (2019). Impacto del Uso de Biofertilizantes a Base de Residuos Orgánicos en los Suelos. *Conciencia Tecnológica*(58), 1-12.
- Mata, D., Suatunce, J., & Poveda, R. (2021). Análisis económico del banano orgánico y convencional en la provincia Los Ríos, Ecuador. *Avances*, 23(4), 419-430.
- Mata, D., Suatunce, J., & Poveda, R. (2021). *Análisis económico del banano orgánico y convencional en la provincia Los Ríos, Ecuador*. IDICT.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (15 de mayo de 2019). *Experto brasileño enseña a hacer biofertilizante con suero de leche*. Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/experto-brasileno-ensena-a-hacer-biofertilizante-con-suero-de-leche/>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (15 de junio de 2020). *Listado de productores de banano*. Obtenido de https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/06/listado_productores_ban-or_jun2020.pdf
- Ministerio del Ambiente y Agua. (2021). *Guía para la gestión adecuada de plaguicidas*. [Informe institucional, Ministerio del Ambiente y Agua]. Disponible en <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/01/Guia-para-la-gestion-adecuada-de-plaguicidas.pdf>.
- Naranjo, A., Bravo, E., Villacís, G., & Polo, P. (2020). *Cosechas bañadas en tóxicos*. [Informe, Acción ecológica]. Disponible en: <http://www.rallt.org/PUBLICACIONES/Cosechas%20banadas%20en%20toxicos.pdf>.
- Narvaez, A., & Espinosa, D. (2021). *Análisis comparativo entre los sistemas de producción de banano orgánico y convencional en El Oro, Ecuador*. Zamorano.

- Nogueira, A., & Vence, X. (2021). *Redondear la Economía Circular. Del discurso oficial a las políticas necesarias*. Navarra: Aranzadi/Civitas.
- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2019). *Metodología de la Investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. Ediciones de la U.
- ONU. (2018). *La economía circular: un modelo económico que lleva al crecimiento y al empleo sin comprometer el medio ambiente*. ONU.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (20 de junio de 2018). *Los contaminantes agrícolas: una grave amenaza para el agua del planeta*. Obtenido de <https://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es/c/1141955/>
- Panceri, J. (2021). *Política ambiental y desarrollo sustentable: Un enfoque latinoamericano*. Editorial Biblos.
- Paz, I. (2020). *Microorganismos del suelo*. Cauca: Editorial Universidad del Cauca.
- Peña, N., Pinilla, E., & Vélez, J. (2018). *Análisis, costo beneficio de la implementación de la agricultura por contrato como solución a la productividad de los cultivos de papa en el municipio de SORACÁ–BOYACÁ*. Universidad de La Salle, Bogotá.
- Pereyra, L. (2020). *Metodología de la investigación*. Klik.
- Pons, M., & Rodrigo, F. (2021). *Educar más allá de las aulas. Espacios, lecturas y experiencias de interdisciplinariedad, investigación e innovación educativa*. Dykinson.
- Ramírez, J., & Calles, J. (2021). *Manual de metodología de la investigación en negocios internacionales*. Ecoe Ediciones.
- Rivera, Á. (2019). Planeacion estrategica para el desarrollo sustentable en el sector turistico. *Journal of business and entrepreneurial studies*, 1-100.
- Rodríguez, N. (2019). Producción subjetiva sobre la exposición a agroquímicos. Revisión de la bibliografía científica. *Ciência & Saúde Coletiva*, 1-12.
- Salvador, D. (2018). Desarrollo sustentable y medio ambiente: la perspectiva latinoamericana. *Alegatos*, 1-17.
- Saravia, P. (2022). Principios y proyecciones de la comercialización agroecológica: miradas desde la región de Valparaíso. *RIVAR (Santiago)*, 9(25), 37-54. DOI: <https://doi.org/10.35588/rivar.v9i25.5414>.
- Seclen, J. P., & Barrutia, J. (2019). *Gestión de la innovación empresarial: conceptos, modelos y sistemas*. Fondo Editorial de la PUCP.
- UE. (2015). *Economía circular: definición, importancia y beneficios*. UE.
- Urgilés, J., Toral, L., & Patiño, J. (2021). *Banano: Innovando el sector productivo*. [Informe institucional, CEDIA]. Disponible en: <https://www.cedia.edu.ec/assets/docs/publicaciones/infografias/Banano.pdf>.
- Vargas, A. (2018). *Comercialización de banano orgánico en el contexto de tratado de libre comercio con la Unión Europea*. UTMACH.
- Vera, N. (29 de abril de 2022). *Crisis de fertilizantes rusos gatilla la inflación y amenaza la seguridad alimentaria en Latinoamérica*. Obtenido de <https://www.americaeconomia.com/impacto-crisis-fertilizantes-latinoamerica>
- Villanueva, E. (2020). Bioquímica Agrícola. *Idema*, 1-16.



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Nosotras, **Laman Peña, Diana Domenica**, con C.C: # **0943537548** y **Piña Posligua, Ericka Elizabeth**, con C.C: # **0925679896** autoras del trabajo de titulación: **Análisis costo-beneficio sustentable de biofertilizantes como sustituto de agroquímicos para la producción de banano en la ciudad de Machala-El Oro**, previo a la obtención del título de **LICENCIADA EN COMERCIO Y FINANZAS INTERNACIONALES BILINGÜE** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, a los 7 días del mes de septiembre del año 2022

Nombre: **Laman Peña, Diana Domenica**
C.C: **0943537548**

Nombre: **Piña Posligua, Ericka Elizabeth**
C.C: **0925679896**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Análisis costo-beneficio sustentable de biofertilizantes como sustituto de agroquímicos para la producción de banano en la ciudad de Machala-El Oro		
AUTOR(ES)	Laman Peña, Diana Domenica; Piña Posligua, Ericka Elizabeth		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Econ. Hidalgo Proaño José Luis, Mgs.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA		
CARRERA:	Comercio y Finanzas Internacionales		
TÍTULO OBTENIDO:	Licenciada en Comercio y Finanzas Internacionales Bilingüe		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	Jueves 15 de septiembre del 2022	No. DE PÁGINAS:	72
ÁREAS TEMÁTICAS:	Organización Industrial y Políticas Gubernamentales		
PALABRAS CLAVE/ KEYWORDS:	Biofertilizantes, fertilizantes, costo-beneficio, sustentabilidad, agroecología.		
RESUMEN/ABSTRACT:	<p>El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de determinar el costo-beneficio sustentable de la sustitución de agroquímicos por biofertilizantes para el sector agrícola de la producción bananera en la ciudad de Machala. En este caso, según se logró identificar a partir del análisis preliminar de los antecedentes de estudio, actualmente debido a diversos factores externos se ha registrado un incremento del 80% al 150% en el precio de los fertilizantes que se utilizan en la producción agrícola, esta situación ha llevado a la necesidad de analizar otras alternativas como el uso de biofertilizantes. Para llevar a cabo la investigación se realizó un análisis documental y un estudio de campo mediante la realización de un grupo de discusión en el que participaron nueve productores bananeros de la ciudad de Machala registrados en la Cámara de Productores Bananeros de la Provincia de El Oro, y a su vez se realizaron entrevistas a dos expertos en el área de agronomía.</p> <p>Los resultados permitieron concluir que la mayoría de los productores bananeros utilizan agroquímicos, sin embargo, debido al incremento del precio de estos insumos, no descartan la opción de utilizar biofertilizantes. Por otra parte, a través del análisis realizado se logró determinar que el costo beneficio sustentable del uso de biofertilizantes es mayor a mediano y largo plazo, puesto que el costo de estos insumos puede ser menor en comparación con los fertilizantes químicos, además permite preservar el medio ambiente y proteger los suelos y las aguas superficiales a la vez que contribuye a mineralizarlos, lo que puede favorecer a futuros cultivos.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-978669594 +593-939972316	E-mail: domelamanp1999@hotmail.com erik.elizabeth@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN	Nombre: Ing. Mónica Echeverría Bucheli, Mgs. Teléfono: PBX: 043804600 o call center: 2222024, 2222025 ext. 5021, 5129 E-mail: monica.echeverria@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			