

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

**TEMA:**

**Propuesta para la utilización de métodos de *Smart Farming* en el sector bananero en Ecuador.**

**AUTORES:**

**Bernardi Jungbluth, Giovanni Renato  
Morejón Benalcázar, Alejandro José**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de licenciado en  
COMERCIO EXTERIOR**

**TUTORA:**

**Ing. Rodríguez Bustos, Andrea Johana Mgs**

**Guayaquil - Ecuador**

**9 de febrero del 2023**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA**

**CARRERA DE COMERCIO EXTERIOR**

### **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Bernardi Jungbluth, Giovanni Renato y Morejón Benalcázar, Alejandro José**, como requerimiento para la obtención del título de **Licenciado en Comercio Exterior**.

**TUTOR:**

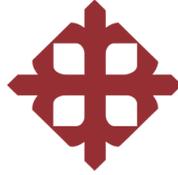
**Ing. Rodríguez Bustos, Andrea Johana Mgs**

**DIRECTORA DE LA CARRERA**

---

Ing. Knezevich Pilay, Teresa Susana, PhD.

**Guayaquil, 09 de febrero del 2023**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA

CARRERA DE COMERCIO EXTERIOR

## DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Bernardi Jungbluth, Giovanni Renato**

### DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Propuesta para la utilización de métodos de *Smart Farming* en el sector bananero en Ecuador** previo a la obtención del título de **Licenciado en Comercio Exterior**, 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.

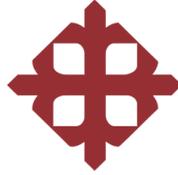
En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, 09 de febrero del 2023**

**EL AUTOR:**

---

**Bernardi Jungbluth, Giovanni Renato**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA

CARRERA DE COMERCIO EXTERIOR

## DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Morejón Benalcázar, Alejandro José**

### DECLARO QUE:

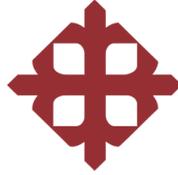
El Trabajo de Titulación, **Propuesta para la utilización de métodos de *Smart Farming* en el sector bananero en Ecuador** previo a la obtención del título de **Licenciado en Comercio Exterior**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, 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, 09 de febrero del 2023**

**EL AUTOR:**

**Morejón Benalcázar, Alejandro José**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA

CARRERA DE COMERCIO EXTERIOR

## AUTORIZACIÓN

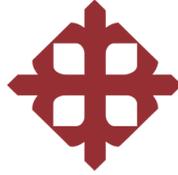
Yo, **Bernardi Jungbluth, Giovanni Renato**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Propuesta para la utilización de métodos de *Smart Farming* en el sector bananero en Ecuador**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, 09 de febrero del 2023**

**EL AUTOR:**

**Bernardi Jungbluth, Giovanni Renato**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA

CARRERA DE COMERCIO EXTERIOR

## AUTORIZACIÓN

Yo, **Morejón Benalcázar, Alejandro José**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Propuesta para la utilización de métodos de *Smart Farming* en el sector bananero en Ecuador**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, 09 de febrero del 2023

EL AUTOR:

**Morejón Benalcázar, Alejandro José**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE ECONOMÍA Y EMPRESA

CARRERA DE COMERCIO EXTERIOR

### Certificación de Antiplagio

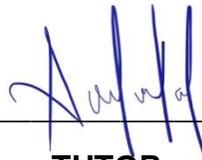
Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado **Propuesta para la utilización de métodos de *Smart Farming* en el sector bananero en Ecuador**, presentado por los estudiantes **Bernardi Jungbluth, Giovanni Renato y Morejón Benalcázar, Alejandro José** fue enviado 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	BERNARDI - MOREJON.docx (D157412075)
Submitted	1/30/2023 11:41:00 PM
Submitted by	
Submitter email	alejandro.morejon@cu.ucsg.edu.ec
Similarity	0%
Analysis address	andrea.rodriguez06.ucsg@analysis.urkund.com



TUTOR:

**Ing. Rodríguez Bustos, Andrea Johana Mgs**

## **AGRADECIMIENTO**

A mi cuñada Jazmín Reyes por brindarme su apoyo y guía en la redacción de esta investigación, a Portilla Sunnky por guiarme en el marco teórico, a K.F.M por asistirme en el marco legal y finalmente a mi compañero de tesis Giovanni Bernardi por brindarme su guía y asistencia en el desarrollo de este proyecto.

**Morejón Benalcázar, Alejandro José**

En primer lugar, agradezco a mis padres que siempre me han brindado su apoyo incondicional con valores y principios para ser una buena persona.

Agradezco a mi compañero de Tesis Alejandro Morejón por ser un gran compañero para la elaboración de esta Tesis.

Agradezco a nuestra tutora Andrea Johanna Rodríguez quien nos guio durante todo el camino para lograr este proyecto de titulación.

**Bernardi Jungbluth, Giovanni Renato**

## **DEDICATORIA**

A mi madre por brindarme su apoyo incondicional y a mis tíos Carmen Amelia y Raúl Escobar, por guiarme, aconsejarme y apoyarme en la culminación de mis estudios, sin el apoyo de ellos esto no hubiese sido posible.

**Morejón Benalcázar, Alejandro José**

Este trabajo de Tesis se lo dedico a mi Madre que me dio las bases para poder llegar a ser quien soy ahora, y que con su apoyo entendí lo importante que es en creer en mí mismo.

**Bernardi Jungbluth, Giovanni Renato**



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

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Ing. Rodríguez Bustos Andrea Johana Mgs.

TUTOR(A)

---

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

---

Ing. María Josefina Alcívar Avilés, PhD.

COORDINADOR DEL ÁREA

---

Lcdo. Garzón Jiménez, Luis Renato, Mgs.

OPONENTE

## ÍNDICE GENERAL

Agradecimiento.....	VIII
Dedicatoria .....	IX
Índice General .....	XI
Índice de Tablas .....	XIV
Índice de Figuras .....	XV
Índice de Apéndices .....	XVI
Resumen .....	XVII
Abstract .....	XVIII
Introducción .....	2
Generalidades de la Investigación .....	5
Antecedentes internacionales.....	5
Antecedentes nacionales.....	6
Justificación.....	7
Relevancia social .....	7
Relevancia económica .....	8
Relevancia ambiental.....	8
Planteamiento del Problema.....	8
Preguntas de investigación.....	10
Pregunta General.....	10
Preguntas Específicas.....	10
Objetivos .....	11
Objetivo General .....	11
Objetivos Específicos .....	11
Delimitación del Tema .....	11
Limitaciones del Trabajo.....	12
1    Capítulo I: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL .....	13
1.1.    Marco Teórico.....	13
1.1.1.    Teoría de la producción.....	13
1.1.2.    Teoría de la eficiencia económica .....	13
1.1.3.    Teoría de las restricciones .....	14
1.1.4.    Teoría del desenvolvimiento económico.....	14
1.1.5.    Teoría de los recursos y capacidades .....	14

1.1.6.	Teoría de Sistemas .....	15
1.1.7.	Teoría de la difusión.....	15
1.1.8.	Teoría evolucionista del cambio económico .....	15
1.1.9.	Teoría de los costes de transacción .....	16
1.2.	Marco conceptual .....	16
1.2.1.	Smart Farming (Agricultura inteligente) .....	16
1.2.2.	Beneficios de la Smart Farming.....	18
1.2.3.	Desafíos que enfrenta la Smart Farming .....	18
1.2.4.	Uso de la tecnología y la agricultura.....	19
1.2.5.	Smart Farming en Ecuador .....	20
1.2.6.	Industria Bananera .....	23
1.2.7.	Procesamiento del banano.....	25
1.2.8.	Proceso productivo de banano en Ecuador .....	25
1.2.9.	Marco Legal .....	27
2	Capítulo II: Marco Metodológico.....	29
2.1	Población, muestra y muestreo.....	31
2.2	Instrumentos de recopilación de información .....	32
2.3	Herramientas y procedimientos para procesar información recopilada.....	34
2.4	Conceptualización de las variables .....	35
3	Capítulo III: Resultados .....	37
4	Capítulo IV: Propuesta de Intervención .....	51
4.1	Objetivo de la propuesta .....	51
4.2	Objetivos específicos .....	51
4.3	Importancia.....	52
4.4	Alcance.....	53
4.5	Estrategias propuestas .....	53
4.5.1	Métodos de Smart Farming para la gestión de cultivos .....	53
4.5.2	Capacitación y formación de los productores de banano .....	54
4.5.3	Creación de una red de productores .....	57
4.5.4	Establecer redes de cooperación .....	58
4.5.5	Indicadores clave de rendimiento (KPI).....	59
5	Conclusiones .....	63
6	Recomendaciones .....	64

7	Referencias.....	65
8	Glosario.....	71
9	Apéndices .....	73

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Sexo</i> .....	37
<b>Tabla 2</b> <i>Instrucción formal</i> .....	38
<b>Tabla 3</b> <i>Edad</i> .....	39
<b>Tabla 4</b> <i>Sueldo</i> .....	40
<b>Tabla 5</b> <i>Accesibilidad a equipos</i> .....	41
<b>Tabla 6</b> <i>Participación en cursos y formación</i> .....	42
<b>Tabla 7</b> <i>Percepción agrícola</i> .....	43
<b>Tabla 8</b> <i>Viabilidad de prácticas agrícolas</i> .....	44
<b>Tabla 9</b> <i>Actitud hacia la adopción de tecnologías</i> .....	45
<b>Tabla 10</b> <i>Regulaciones y normativas</i> .....	46
<b>Tabla 11</b> <i>Percepción agrícola</i> .....	47
<b>Tabla 12</b> <i>Uso de plaguicidas</i> .....	48
<b>Tabla 13</b> <i>Capacitación</i> .....	49
<b>Tabla 14</b> <i>Acceso a crédito</i> .....	50
<b>Tabla 15</b> <i>Capacitación técnica</i> .....	56
<b>Tabla 16</b> <i>Capacitación en el uso de tecnologías Smart Farming</i> .....	56
<b>Tabla 17</b> <i>Capacitación en la gestión de la información</i> .....	57
<b>Tabla 18</b> <i>Indicadores en función de los beneficios</i> .....	59
<b>Tabla 19</b> <i>Plan de Acción propuesto</i> .....	61
<b>Tabla 20</b> <i>Inversión de capacitación técnica</i> .....	61
<b>Tabla 21</b> <i>Inversión de capacitación en el uso de tecnologías Smart Farming</i> .....	62
<b>Tabla 22</b> <i>Inversión de capacitación en la gestión de la información</i> .....	62
<b>Tabla 23</b> <i>Inversión de planificación de equipos de trabajo</i> .....	62
<b>Tabla 24</b> <i>Inversión de planificación de redes de cooperación</i> .....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Smart Farming .....	17
<b>Figura 2.</b> Fases de la agricultura de precisión.....	22
<b>Figura 3.</b> Descripción de las etapas de la agricultura de precisión .....	22
<b>Figura 4.</b> Participación de países destino de las exportaciones de banano	24
<b>Figura 5.</b> Proceso productivo del banano.....	26
<b>Figura 6.</b> Sexo .....	37
<b>Figura 7.</b> Instrucción formal.....	38
<b>Figura 8.</b> Edad .....	39
<b>Figura 9.</b> Sueldo .....	40
<b>Figura 10.</b> Accesibilidad a equipos.....	41
<b>Figura 11.</b> Participación en cursos y formación.....	42
<b>Figura 12.</b> Percepción agrícola .....	43
<b>Figura 13.</b> Viabilidad de prácticas agrícolas .....	44
<b>Figura 14.</b> Actitud hacia la adopción de tecnologías .....	45
<b>Figura 15.</b> Regulaciones y normativas .....	46
<b>Figura 16.</b> Percepción agrícola .....	47
<b>Figura 17.</b> Uso de plaguicidas.....	48
<b>Figura 18.</b> Capacitación .....	49
<b>Figura 19.</b> Acceso a crédito .....	50

## ÍNDICE DE APÉNDICES

<b>Apéndice A</b> Matriz de Consistencia .....	73
<b>Apéndice B</b> Instrumento .....	75

## RESUMEN

El objetivo general de la presente investigación se enfocó en diseñar una propuesta para la implementación de métodos *Smart Farming* para su contribución en el control, detección, gestión y erradicación de plagas y enfermedades en el sector bananero en Ecuador. En relación a la metodología, se aplicó el enfoque cuantitativo, el método inductivo y un diseño no experimental, además se aplicó una encuesta por medio del uso del cuestionario. Se concluyó que, entre los métodos enfocados en el *Smart Farming* para la detección, gestión y erradicación de plagas y enfermedades en el sector bananero del Ecuador se plantea la agricultura de precisión, que permitirá minimizar la cantidad de recursos empleados en los procesos productivos en el cultivo de banano. Los resultados de la investigación sugieren que existe un gran potencial para el uso de métodos *Smart Farming* en el sector bananero en Ecuador, pero también se requiere una mayor educación y promoción para aumentar la comprensión y el acceso a estas tecnologías por parte de los productores de banano.

**Palabras Clave:** Agricultura Inteligente; TIC; Cultivo de banano; Control agrícola; Innovación.

## ABSTRACT

The general objective of this research focused on designing a proposal for the implementation of *Smart Farming* methods for their contribution in the control, detection, management, and eradication of pests and diseases in the banana sector in Ecuador. In relation to the methodology, a quantitative approach, an inductive method, and a non-experimental design were applied, and a survey was also conducted using a questionnaire. It was concluded that among the methods focused on *Smart Farming* for the detection, management, and eradication of pests and diseases in the banana sector in Ecuador, precision agriculture is proposed, which will allow minimizing the amount of resources used in the production processes in banana cultivation. The results of the research suggest that there is a great potential for the use of *Smart Farming* methods in the banana sector in Ecuador, but there is also a need for greater education and promotion to increase understanding and access to these technologies by banana producers.

**Keywords:** Smart Agriculture; TIC; Banana cultivation; agricultural control; Innovation.

## INTRODUCCIÓN

La agricultura es fundamental para el desarrollo de cualquier nación ya que es la fuente de alimentos, forrajes, fibra y combustible. El sector agrícola ha experimentado un cambio significativo gracias al avance de la tecnología. Esto se ha logrado mediante la incorporación de tecnologías avanzadas en las diferentes etapas de las actividades agrícolas, desde la preparación del terreno hasta la cosecha (Lytos, et al., 2020)

La *Smart Farming* conocida como agricultura inteligente, tiene un papel crucial en la evolución de la agricultura a nivel mundial, involucrando diferentes áreas como el riego controlado y las técnicas precisas en el campo para optimizar y administrar la agricultura, especialmente en países emergentes que requieren la colaboración tanto del sector público como privado (Balafoutis et al., 2020).

En el ámbito internacional, el uso de la tecnología relacionada con la producción agrícola en Estados Unidos, ha enfrentado ciertos desafíos destacando entre los principales el cambio producido en suelo y que afecta negativamente a la producción agrícola, asimismo, la sequía que representa un problema recurrente en algunas regiones del país y el uso intensivo de maquinaria agrícola, así como la erosión del suelo que están contribuyendo a la pérdida de suelo fértil, lo que afecta negativamente a la producción agrícola (Mohamed et al., 2021).

En este sentido, las enfermedades y plagas representan otro de los problemas que afronta la producción agrícola en Estados Unidos, ocasionando la destrucción de cosechas enteras, aunado a la escasez de mano de obra que dificultan tanto la producción como el acceso a las tecnologías y el financiamiento necesarios para mejorar su producción agrícola, sin embargo, la adecuada incorporación de las tecnologías puede lograr un impacto aún mayor en la gestión de cultivos y suelos (Balafoutis et al., 2020).

Es importante mencionar que, en Estados Unidos no existe un programa gubernamental para el desarrollo de tecnologías agrícolas avanzadas, sin embargo, las iniciativas aisladas en el ámbito del *Smart Farming* lideradas principalmente por la competencia en el sector privado han

dado como resultado tecnologías de vanguardia que impulsan los principios de la *Smart Farming* (O'Shaughnessy et al., 2021).

Por otro lado, los agricultores de Europa están enfrentando problemas en su producción debido a la falta de tecnologías avanzadas en la agricultura, lo que resulta en la disminución del rendimiento de los cultivos, así como la competencia con los bajos costos de producción de otros países de bajos ingresos. Además, las normas y regulaciones que cambian constantemente, hacen difícil para los agricultores adaptarse a los cambios y tiene un impacto negativo en la producción agrícola (Moysiadis et al., 2021).

Es importante mencionar que, sin la incorporación de tecnologías apropiadas, los agricultores pueden experimentar disminuciones en su rendimiento debido a factores como plagas y enfermedades, sequías u condiciones climáticas adversas. Es por eso que el uso de tecnologías avanzadas puede ayudar a los agricultores a ser más eficientes en el uso de los recursos, lo que puede mejorar la producción (O'Shaughnessy et al. 2021).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO (2021), América Latina y el Caribe tienen las reservas cultivables más grandes del mundo, por lo que el cuidado y la preservación de los suelos es fundamental, esto representa un gran desafío y una oportunidad en los próximos años.

En Colombia, la falta de tecnologías para adaptarse al cambio climático dificulta a los agricultores enfrentar las condiciones climáticas cambiantes y en algunas zonas rurales la falta de infraestructura y servicios de asistencia técnica dificultan el acceso a tecnologías avanzadas para los agricultores, no obstante, para que los cultivos de exportación logren estar a la vanguardia la tecnificación en el campo es vital para la competitividad del país, pues el uso de estas técnicas que permiten producciones eficientes y seguras con el medio ambiente y el uso del suelo (Hoyos et al., 2022).

En Ecuador, los agricultores se enfrentan a desafíos en la producción agrícola debido a factores como plagas y enfermedades, sequías o condiciones climáticas adversas. Además, la implementación de tecnologías avanzadas en la agricultura no ha sido amplia debido a la falta de conocimiento sobre el concepto y los beneficios prácticos que se obtienen de

su implementación por parte de los responsables de tomar decisiones en las empresas agrícolas, lo que muestra la necesidad de capacitación para implementar tecnologías avanzadas en sus cultivos (Rivera et al., 2022).

Actualmente, el desarrollo de tecnologías adecuadas para estos sistemas agrícolas en los Andes ecuatorianos todavía está en sus primeras etapas. Muchos pequeños agricultores practican un tipo de agricultura híbrida que combina prácticas tradicionales locales con tecnologías modernas. Esta mezcla de tecnologías tradicionales y modernas no siempre resulta en prácticas sostenibles y eficientes en el uso de los recursos. Sin embargo, las tecnologías basadas en microbios representan un gran potencial para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de las pequeñas explotaciones agrícolas en los Andes ecuatorianos (Yarzabal y Chica, 2021).

# GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

## Antecedentes internacionales

Abbasi et al. (2022) desarrollaron un estudio en el que plantearon como objetivo contribuir al desarrollo de la Agricultura 4.0, mediante la investigación de las tendencias emergentes de las tecnologías digitales en la industria agrícola, identificando la necesidad de cambiar de los métodos agrícolas tradicionales a prácticas inteligentes de agricultura, motivado al crecimiento de la población mundial y la creciente demanda de alimentos. Es por ello que realizaron un estudio descriptivo basado en aplicación de encuestas para conocer el estudio de la agricultura de cultivos. Los resultados indican que, las tecnologías tales como los sistemas robóticos autónomos, el Internet de las cosas y el aprendizaje automático se están explorando significativamente y las granjas al aire libre son comúnmente consideradas en los estudios de investigación, en comparación con las granjas cubiertas para la mejora de la producción en los cultivos.

Idoje et al. (2021) en su investigación describieron como objetivo analizar la aplicación de la *Smart Farming* a la producción de cultivos, destacando la necesidad de mejorar la producción alimentaria global y la gestión sostenible de los alimentos a través de la aplicación de tecnologías inteligentes en la agricultura, como el Internet de las cosas, la computación en la nube, el aprendizaje automático y la inteligencia artificial. Los autores destacaron factores como el cambio climático en la agricultura que impactan en el cultivo de alimentos a nivel mundial, para proporcionar una mejor gestión de alimentos y medidas de sostenibilidad en todo el mundo.

Balafoutis et al. (2020) detallaron como objetivo de su estudio determinar las tendencias tecnológicas de *Smart Farming* y sus efectos económicos y ambientales, impacto laboral y preparación para la adopción. De esta manera, plantearon que existen grandes desafíos que deben enfrentar los productores en cuanto a los efectos del uso de las tecnologías de *Smart Farming* que permitan ayudar a revertir esta situación. Los autores realizaron una investigación descriptiva enfocada en la recopilación de la información mediante el desarrollo de un cuestionario. Como resultados destacaron la importancia del análisis de tecnologías agrícolas inteligentes,

así como ayudar a los responsables de la formulación de políticas a ajustar su estrategia hacia la adopción de la agricultura digitalizada por medio de la identificación de barreras técnicas, sociales y legales.

### **Antecedentes nacionales**

Vite et al. (2020) desarrollaron un estudio en el que plantearon como objetivo establecer como incide la integración de un modelo Big Data en el Internet de las Cosas (IoT) en la gestión de la producción de banano orgánico en la provincia de El Oro, identificando la necesidad de implementar tecnologías de información como una herramienta para la toma de decisiones en la producción de banano orgánico para la mejora de la gestión. Como metodología el estudio se enfocó en analizar las variables relacionadas a los sensores, tecnología, procesamiento, analítica de los datos y toma de decisiones para facilitar la implementación de estas tecnologías en la producción de banano orgánico, por medio de un estudio correlacional y descriptiva. Los resultados establecieron cómo se integra la tecnología Big Data e Internet de las Cosas como apoyo a la gestión de la producción de banano orgánico, identificando las estrategias que facilitarán su implementación.

Boza et al. (2021) en su investigación describieron como objetivo analizar los modelos de innovación desarrollados en la región, y las características del sector agrícola en el país, destacando como problemática principal la falta de innovación y el uso subutilizado de los recursos, lo que lleva a una baja productividad en la agricultura primaria. Como metodología aplicaron la investigación descriptiva y exploratoria. Se concluyó que por medio de la identificación de los factores relacionados con la innovación en la agricultura se logrará incrementar la productividad de la agricultura con potencial de crecimiento.

Galarza et al. (2021) desarrollaron un estudio en el que plantearon como objetivo proponer una solución de mejora al problema de recolección de datos de los cultivos de banano que forman parte del sector agrícola del Ecuador, motivado a que las haciendas bananeras usan el método de recolección manual de temperatura y humedad dentro del cultivo. La metodología que aplicaron se basó en un estudio cuantitativo descriptivo.

Entre los resultados obtenidos destacaron la necesidad de implementar el uso de la tecnología, que permita automatizar la recolección de datos a través de una red de sensores interconectados por WIFI.

### **Justificación**

El desarrollo de la presente propuesta se justifica debido a que, se basa en la línea de investigación Organización Industrial y Políticas Gubernamentales derivado de la Sublínea: Concentración Económica, Tema: Desarrollo Económico, establecido por la carrera de Comercio Exterior de la Facultad de Economía y Empresa de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil. Asimismo, el conocimiento de las tecnologías digitales en la agricultura permite comprender nuevas oportunidades para mejorar la eficiencia y efectividad de la producción agrícola. Además, la digitalización ofrece una vía para la implementación de prácticas agrícolas avanzadas, con el potencial de superar los desafíos de seguridad alimentaria. De esta manera, se plantea conocer los métodos de *Smart Farming* más idóneos para su implementación en el sector bananero en Ecuador, con el fin de comprender las limitaciones asociadas a esta transformación que deben ser considerados para sacar el máximo provecho del potencial de la agricultura.

### **Relevancia social**

La presente investigación tiene un importante impacto social, ya que ayudará a mejorar la eficiencia en la producción agrícola y por medio del uso de tecnologías innovadoras en el campo logrará que los agricultores aumenten sus ingresos, así como la mejora de sus condiciones de vida. Esto se alinea con el eje 2 del Plan Nacional de Desarrollo PND (2021) que establece la economía al servicio de la sociedad, con el fin de garantizar los derechos de la población por medio de la interacción y regulación por medio de los sistemas públicos. Además, la implementación de prácticas de *Smart Farming* contribuiría a alcanzar los objetivos ambientales del plan, como la reducción de la deforestación y la conservación de los ecosistemas naturales. En resumen, la propuesta de utilizar métodos de *Smart Farming* en el sector bananero en Ecuador tiene un impacto social positivo y se alinea con el Plan Nacional de Desarrollo del país.

### ***Relevancia económica***

La presente propuesta tiene una importante justificación económica, ya que ayudará a mejorar la eficiencia en la producción agrícola, lo que a su vez aumentaría la competitividad del sector bananero en el mercado internacional. Además, el uso de tecnologías innovadoras en el campo ayudaría a los agricultores a reducir sus costos de producción y a mejorar la calidad de sus cosechas. Esto se alinea con el eje 2 y objetivo 5 del Plan Nacional de Desarrollo PND (2021) que busca impulsar la productividad de la economía ecuatoriana y mejorar las condiciones económicas de los agricultores. Además, la implementación de prácticas de *Smart Farming* contribuiría a alcanzar los objetivos económicos del plan, como el desarrollo de la agricultura sostenible y la diversificación de la economía.

### ***Relevancia ambiental***

De igual manera, la propuesta tiene una importante justificación ambiental, ya que ayudará a reducir el impacto ambiental de la producción agrícola y con el conocimiento de los tipos de métodos y uso de tecnologías innovadoras en el campo, se logrará una mejor gestión y monitoreo de los cultivos, lo que ayudaría a los agricultores a reducir el uso de recursos naturales y a mejorar la sostenibilidad de su producción. Esto se alinea con el eje 1 del PND (2021) en su objetivo 3, que establece garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones, con el fin de promover la agricultura sostenible y reducir la deforestación en el país. Además, la implementación de prácticas de *Smart Farming* contribuiría a alcanzar los objetivos ambientales del plan, como la conservación de los ecosistemas naturales.

### **Planteamiento del Problema**

Actualmente, existen lugares donde la tecnología aún no ha alcanzado la gestión de los campos agrícolas, donde los productores se basan en la inspección visual del desarrollo de los cultivos para llegar a un diagnóstico que los agricultores utilizan para tomar decisiones y llevar a cabo diferentes tratamientos en sus cultivos. Este enfoque se basa en la experiencia y el conocimiento adquirido en el campo y la información percibida a través de la observación de los agricultores. Además, los productores también pueden

seguir las recomendaciones de los técnicos o ingenieros cooperativistas contratados por las cooperativas a las que pertenecen (Saiz y Rovira, 2020).

Es esencial señalar que la investigación se centrará en los productores de banano de la provincia de Guayas, ya que se ha observado una disminución en la eficiencia de su producción y un aumento en la competencia de parte de compañías que han adoptado la incorporación de tecnología como una ventaja competitiva. Por esta razón, se propone el estudio de los métodos relacionados con el *Smart Farming*, ya que contribuirá en beneficio para la población ecuatoriana debido a la gran importancia del banano en la economía del país y en la alimentación (Galarza y Balladares, 2021).

Durante la producción de banano se presentan diversos factores climáticos y culturales que favorecen la propagación y activación de hongos, bacterias e insectos que causan enfermedades y plagas en los cultivos. Estos pueden propagarse a través del agua, herramientas infectadas, insectos, animales, personas, entre otros. Para manejar estos problemas de manera efectiva, se deben aplicar los tres pilares fundamentales: prevención, monitoreo y control. Por lo tanto, se plantea analizar métodos basados en tecnología como una herramienta innovadora para detectar y erradicar plagas y enfermedades en grandes extensiones de terreno utilizadas en la *Smart Farming* del sector bananero (Miranda et al., 2022).

Actualmente, los procesos agrícolas utilizan técnicas tradicionales que requieren un gran esfuerzo manual, grandes extensiones de terreno cultivable, mucho tiempo y gran cantidad de agua (para riego), lo que dificulta la producción suficiente de alimentos. Además, parte del problema está relacionado con el uso inadecuado de pesticidas y herbicidas y el mal uso de la tecnología disponible, lo que afecta negativamente a los cultivos y genera residuos agrícolas (Saiz y Rovira, 2020). Estos problemas se pueden abordar mediante el uso de tecnologías avanzadas y aplicaciones informáticas que garanticen una mayor eficiencia en la producción de cultivos.

Es preciso mencionar que, los cultivos del banano están constantemente en peligro debido a diversos problemas fitosanitarios, algunos de ellos muy graves en términos de impacto económico y productividad para los productores. La aparición de nuevas plagas afectó, tanto a los productores bananeros como a la calidad del fruto. Otro problema

que ha enfrentado el sector bananero en Ecuador, está relacionado con los productores y los exportadores de la fruta, ya que los productores proponen que los pagos se realicen a través del Banco Central, mientras que el Gobierno sugiere que el Banco Nacional de Fomento actúe como agente de recaudación (Tobar y Moran, 2022).

Según lo expuesto anteriormente, y considerando que el banano es un producto representativo en la alimentación de los ecuatorianos y crucial para la economía del país, el proceso productivo de este producto agrícola, tiende a generar un gran desperdicio de recursos utilizando técnicas de agricultura que no son sostenibles. Por esta razón, se plantea diseñar una propuesta para la utilización de métodos de *Smart Farming* en el sector bananero en Ecuador.

### **Preguntas de investigación**

#### ***Pregunta General***

¿Cómo pueden los métodos de *Smart Farming* contribuir al control, detección, gestión y erradicación de plagas y enfermedades en el sector bananero en Ecuador?

#### ***Preguntas Específicas***

1. ¿Cuáles son las teorías y conceptos en los cuales se basa la presente investigación?
2. ¿Cuál es la metodología de la investigación para identificar los métodos de *Smart Farming* eficaces en la detección temprana de plagas y enfermedades en la producción de banano en Ecuador?
3. ¿Cuáles son los principales plagas y enfermedades que afectan a la producción de banano en Ecuador y cómo pueden ser controladas mediante métodos de *Smart Farming*?
4. ¿Cómo se puede promover y educar a los productores de banano sobre los beneficios y la implementación de control eficaces en la, detección, gestión y erradicación de plagas y enfermedades en Ecuador que permitan minimizar los desperdicios y maximizar la productividad en los cultivos a través de la utilización de métodos *Smart Farming* en el sector bananero del país?

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

Diseñar una propuesta para la implementación de métodos *Smart Farming* para su contribución en el control, detección, gestión y erradicación de plagas y enfermedades en el sector bananero en Ecuador.

### ***Objetivos Específicos***

- Definir las teorías, conceptos en los cuales se basa la presente investigación.
- Establecer la metodología de la investigación para para identificar los métodos de *Smart Farming* eficaces en la detección temprana de plagas y enfermedades en la producción de banano en Ecuador.
- Conocer las principales plagas y enfermedades que afectan a la producción de banano en Ecuador y evaluar las estrategias de control mediante métodos de *Smart Farming*.
- Presentar la propuesta para definir estrategias para promover y educar a los productores de banano sobre los beneficios y la implementación de control eficaces en la, detección, gestión y erradicación de plagas y enfermedades en Ecuador que permitan minimizar los desperdicios y maximizar la productividad en los cultivos a través de la utilización de métodos *Smart Farming* en el sector bananero del país.

### **Delimitación del Tema**

- Delimitación del campo de acción del presente trabajo de investigación comprende el territorio bananero del Ecuador, cantón Duran, vía Tambo.
- Delimitación temporal comprende datos del 2018 hasta el año 2022.
- Delimitación teórica se implementará la teoría en base a los principales métodos utilizados del *Smart Farming* en el cultivo de banano.

## **Limitaciones del Trabajo**

Con respecto a las limitaciones de la presente investigación se destacó el tiempo de desarrollo de la investigación insuficiente, ya que se requirió de un estudio exhaustivo y detallado del tema. Además, se limitó la búsqueda de las fuentes consultadas, ya que existen pocas investigaciones vigentes a nivel local lo que generó la dedicación de tiempo adicional en la búsqueda del acceso a información relevante y actualizada sobre el tema en estudio dificultando la obtención de datos precisos y actualizados.

Con respecto a otra limitación, se destacó el alcance del estudio, ya que se realizó en una sola región y a un grupo específico de productores, lo que pudo afectar la generalización de los resultados obtenidos.

## **CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL**

En este capítulo se describe la fundamentación teórica como parte de las bases que enmarcan el desarrollo de la propuesta, con el fin de conocer todas aquellas dimensiones relacionadas con el tema en estudio y así determinar la importancia en el diseño de una propuesta para la utilización de métodos de *Smart Farming* en el sector bananero en Ecuador.

### **1.1. Marco Teórico**

En este apartado se procede a describir las bases teóricas que fundamentan el desarrollo de la presente investigación, iniciando con las teorías que más se relacionan con el tema en estudio.

#### **1.1.1. Teoría de la producción**

La teoría de la producción se refiere al estudio de la manera más eficiente de utilizar los recursos para lograr la producción de bienes y servicios. Esta teoría se centra en analizar las decisiones que toma una empresa en cuanto a la cantidad y combinación de los factores productivos necesarios para alcanzar un nivel de producción específico. Es importante considerar los precios de los factores y el nivel de producción deseado para elegir la combinación de factores que minimice los costos en relación a la producción requerida. La combinación elegida debe corresponder a la cantidad máxima de productos que se puede lograr con una tecnología determinada (Miranda et al., 2022).

#### **1.1.2. Teoría de la eficiencia económica**

Esta teoría se enfoca en el aumento en la rentabilidad y productividad en la producción de bienes y servicios que depende principalmente de la creatividad empresarial y la especulación en las actividades comerciales, con el fin de evitar el desperdicio de los recursos según la eficiencia. Es por ello que, la eficiencia económica dinámica implica que los recursos pueden cambiar como resultado de procesos creativos y la coordinación dentro de la empresa, como resultado de la búsqueda constante de descubrir y superar los desequilibrios sociales (Urdaneta, et al., 2021).

En este sentido, la función empresarial siempre genera nueva información, ya que los desequilibrios sociales generados por el mercado

representan nuevas oportunidades de negocio y ganancias, y esta información se transmite principalmente a través del sistema de precios en los diferentes mercados del sistema económico.

### **1.1.3. Teoría de las restricciones**

La teoría de las restricciones parte de la idea de que los sistemas tienen un objetivo o propósito. Es por ello que dicha teoría ve a la empresa como un sistema cuyo objetivo es alcanzar una meta y propone a los administradores de empresas enfocar sus esfuerzos en las actividades que tienen un impacto directo en el rendimiento general de la empresa.

Es importante mencionar que, para lograr que el sistema empresarial funcione de manera óptima, es necesario estabilizar las operaciones mediante la identificación y eliminación de políticas perjudiciales. Por lo tanto, se hace necesario desarrollar un patrón o modelo que incluya no solo conceptos, sino también principios orientadores y recomendaciones, junto con sus respectivas herramientas y aplicaciones (Cevallos et al., 2020).

### **1.1.4. Teoría del desenvolvimiento económico**

Dicha teoría se enfoca en comprender cómo y por qué algunas economías crecen más rápido que otras y se basa en entender los factores que impulsan el crecimiento económico a largo plazo y cómo las economías pueden mejorar su desempeño. Una de las teorías más influyentes en este campo es la de Schumpeter (2019), quien sostenía que el crecimiento económico está impulsado por la innovación y la creación de nuevos productos y procesos. Según el autor, las empresas que lideran estas innovaciones son las que impulsan el crecimiento económico, ya que compiten con las empresas existentes y obligan a éstas a innovar también o a salir del mercado.

### **1.1.5. Teoría de los recursos y capacidades**

La teoría de los recursos y capacidades es un enfoque para entender cómo las empresas compiten y generan ventaja competitiva. Según esta teoría, las empresas disponen de recursos que están representados por el efectivo, activos, personal y tecnología, asimismo tienen capacidades tales como la capacidad de innovar y adaptarse al cambio, estas les permiten

desarrollar productos o servicios y mantener su posición en el mercado (García y Sorhegui, 2020).

De esta manera, se logra la ventaja competitiva a través de la combinación única de recursos y capacidades que posee una empresa y que son difíciles de imitar o sustituir por parte de la competencia. La teoría se ha utilizado para entender cómo las empresas pueden crecer, diversificarse y desarrollar estrategias de negocio sólidas y sostenibles en el tiempo.

#### **1.1.6. Teoría de Sistemas**

La teoría de sistemas es un enfoque interdisciplinario que se utiliza para analizar y comprender los sistemas complejos y tiene como objetivo principal comprender cómo los sistemas funcionan, cómo se relacionan entre sí y cómo se adaptan al cambio (Martínez et al., 2021).

La teoría de sistemas se basa en la idea de que un sistema no puede ser entendido analizando sus partes individuales, sino que se debe analizar como un todo. Por lo tanto, se enfoca en el estudio de las relaciones entre los componentes del sistema y su entorno.

#### **1.1.7. Teoría de la difusión**

La teoría de la difusión es un enfoque para entender cómo las nuevas ideas, productos, tecnologías o prácticas se propagan entre un conjunto de individuos. Esta teoría se basa en la idea de que la adopción de una nueva idea o producto no depende solo de su calidad o características, sino también de cómo se comunica y se promueve (Urbizagástegui, 2019).

Dicha teoría se utiliza para analizar cómo las nuevas ideas o productos se propagan entre individuos o grupos, y cómo influyen factores como las características del producto, las características del individuo o del grupo, y el entorno en general.

#### **1.1.8. Teoría evolucionista del cambio económico**

Dicha teoría se deriva de las investigaciones iniciales de la economía clásica y se centra en el desarrollo económico teniendo como mérito haber incorporado explícitamente el cambio industrial y la innovación en el análisis económico. Esta premisa, según destaca el autor, proviene del interés por la dinámica económica y el desarrollo de la economía capitalista, en

comparación con la preocupación de los economistas neoclásicos por el equilibrio estático (Espinoza et al., 2021).

### **1.1.9. Teoría de los costes de transacción**

Urdaneta et al. (2021) la teoría de los costes de transacción es un enfoque para entender cómo las empresas realizan transacciones y cómo estas afectan su eficiencia y capacidad para generar beneficios. Asimismo, la teoría se basa en la idea de que las transacciones tienen costos asociados, como los costos de negociación, supervisión, cumplimiento, innovación y tecnología los cuales pueden ser importantes en la toma de decisiones empresariales.

Según esta teoría, las empresas tratan de minimizar estos costos a través de estrategias como la especialización, la integración y la externalización, con el fin de entender cómo las empresas eligen entre diferentes estrategias de negocio, cómo establecen relaciones con proveedores y clientes, y cómo se adaptan al cambio en el entorno empresarial (Vera et al., 2020).

## **1.2. Marco conceptual**

Entre algunas de las definiciones que se han considerado incorporar dentro del marco conceptual de la investigación titulada propuesta para la utilización de métodos de *Smart Farming* en el sector bananero en Ecuador se pueden mencionar los descritos a continuación:

### **1.2.1. Smart Farming (Agricultura inteligente)**

Las prácticas agrícolas avanzadas basadas en tecnologías de la información son conocidas como *Smart Farming* o agricultura inteligente. Esta se basa en el uso de varias tecnologías modernas en el sector agrícola para mejorar la cantidad y calidad de la producción al maximizar el uso de los recursos y minimizar los impactos ambientales (Monteiro et al., 2021).

En este sentido, Fouad y Ragab (2022) mencionan que, *Smart Farming* se basad en la incorporación de tecnologías en maquinaria, equipos y sensores para su uso en los sistemas de producción agrícola, y que representan un importante método para el avance de tecnologías, con el fin de contribuir al desarrollo del sector, permitiendo la introducción de más robots e inteligencia artificial en la agricultura.

En la actualidad, existen un incremento en la implementación de *Smart Farming* en la gestión del agua, por medio del uso de sensores para riego de cultivos específicos, determinando los requisitos de agua de los cultivos, apoyo para agricultores en la resolución de problemas por parte de expertos, por medio de sugerencias para mantener el crecimiento de los cultivos hasta la cosecha y el cuidado de los cultivos basados en la protección de los cultivos de plagas y animales, con el objetivo de solucionar problemas relacionados con el exceso de agua (Dhanaraju et al., 2022).

Entre los beneficios que otorga la *Smart Farming* se destaca que, proporciona a los agricultores un conjunto diverso de herramientas para abordar varios desafíos de producción de alimentos agrícolas asociados con la productividad agrícola, el impacto ambiental, la seguridad alimentaria, las pérdidas de cultivos y la sostenibilidad. A continuación, se presenta la Figura 1 en la que se describe la representación del concepto de *Smart Farming*:

**Figura 1.**

Smart Farming



*Nota:* Adaptado de CEPAL, (2021)

Según la Figura 1, entre los componentes principales de la *Smart Farming* como componente de la agricultura moderna para alcanzar el concepto de *Smart Farming*, incluyen robots impulsados por inteligencia artificial, redes de sensores inalámbricos, uso de tecnología de drones, uso de Internet de las cosas y aplicaciones de software, empleados para monitorear y controlar las operaciones agrícolas y que además se pueden

usar para recopilar datos en tierras de cultivo y apoyar o realizar tareas repetitivas en los cultivos.

### **1.2.2. Beneficios de la Smart Farming**

Según Fouad y Ragab (2022) existen varios beneficios que se logran a través de la implementación de la *Smart Farming*, incluidos los siguientes:

- Incrementar la cantidad de producción mediante el uso de tecnologías inteligentes en el sector agrícola, lo que puede apoyar el aumento de la producción.
- Mejorar la calidad de la producción al mejorar la calidad de los alimentos producidos para que sean más saludables.
- Aumentar la eficiencia en el proceso agrícola y el uso de recursos mediante el uso de tecnologías inteligentes durante los procesos agrícolas regulares, lo que puede mejorar la eficiencia en la ejecución de estos procesos.
- Reducir los costos generales de cultivo mediante procesos altamente eficientes, al mismo tiempo que se aumentan los beneficios de los productos agrícolas obtenidos.
- Reducir los desperdicios al reducir los desperdicios de alimentos y otros recursos intermedios en el sector agrícola.
- Mejorar la eficiencia del tiempo al seguir la *Smart Farming* debido a su alta capacidad para cronometrar casi todas las prácticas agrícolas requeridas, como la aplicación de fertilizantes, pesticidas y otros productos.

### **1.2.3. Desafíos que enfrenta la Smart Farming**

Según Moysiadis et al. (2021) en el uso de la *Smart Farming* existen desafíos que pueden enfrentar como las estandarizaciones, asuntos regulatorios de mercado y optimización de recursos, además la detección temprana de enfermedades, detección del estrés hídrico foliar en cultivos, el poder computacional de dispositivos IoT utilizados en granja inteligente, detección de suelo condiciones, y patrón de comportamiento dentro de la finca.

Otras de las barreras de este tipo de agricultura incluye el costo de las inversiones, falta de educación técnica, sistemas no conectados, dificultades

de derivadas con el uso de algunos de los dispositivos inteligentes que han sido operados con baterías, esto ha reducido las horas de funcionamiento de algunos de los dispositivos inteligentes han sido operados con baterías dificultando la transmisión de datos una vez que se quedan sin energía (Monteiro et al., 2021).

Es por ello que, la *Smart Farming* se está convirtiendo en una necesidad cada vez mayor para maximizar y proteger los recursos humanos y naturales. La disponibilidad de mano de obra agrícola está disminuyendo debido al aumento de la migración hacia áreas urbanas y al envejecimiento de la población. Además, el cambio climático está causando condiciones de crecimiento cada vez más impredecibles. Al mismo tiempo, los recursos y la biodiversidad de la Tierra están disminuyendo (Mohamed et al., 2021).

#### **1.2.4. Uso de la tecnología y la agricultura**

De acuerdo con Vite et al. (2020), la agricultura ha evolucionado evidenciando que los agricultores ahora pueden supervisar sus cultivos desde lejos mediante teléfonos inteligentes y dispositivos de control. Además, se ha incrementado el uso de semillas modificadas genéticamente para prevenir enfermedades e infestaciones en sus granjas.

Actualmente, la tecnología de la información basada en el Internet de las Cosas (IoT), se están utilizando en sistemas agrícolas automatizados, lo que ayuda a reducir el consumo de agua y mejorar la eficacia en el uso de fertilizantes. La tecnología también ha mejorado la agricultura mediante el uso de robots para la cosecha de frutas y la predicción del rendimiento de los cultivos (Galarza y Balladares, 2021).

Por otra parte, la tecnología de mapeo de imágenes digitales ha mejorado el monitoreo de plagas, enfermedades e incendios. Sin embargo, el procesamiento y análisis de los grandes datos generados en el uso del mapeo de imágenes requiere computadoras de alta potencia, lo que limita el uso efectivo de la agricultura inteligente. De igual manera, se están utilizando vehículos aéreos no tripulados (UAV) con sensores y cámaras para capturar datos en granjas inteligentes, lo que permite capturar datos desde altitudes imposibles para las personas, para diversas aplicaciones en el monitoreo de gestión de granjas inteligentes (Hoyos et al., 2022).

Es importante mencionar que, en Ecuador, la producción de banano es afectada por varias plagas y enfermedades. Una de las plagas más comunes es la mosca del banano, también conocida como la mosca de la fruta del banano. Esta plaga se alimenta de los brotes y las hojas de la planta de banano, lo que puede causar daños significativos a la cosecha. Otra plaga común es la araña roja, que puede causar daños a las hojas y los tallos de la planta (Vite et al., 2020).

En cuanto a las enfermedades, una de las más comunes es el mal de Panamá, también conocido como *Fusarium wilt*. Esta enfermedad se transmite a través de los sistemas de riego y puede causar la muerte de la planta de banano. Otro problema común es la enfermedad de la mancha de la caja, que puede causar manchas negras en las hojas y los frutos del banano, reduciendo la calidad y la producción de la cosecha. Además, las plagas y enfermedades pueden causar la reducción del rendimiento y la calidad de la fruta, lo que afecta a los agricultores y a la industria en general (Yarzabal y Chica, 2021).

### **1.2.5. *Smart Farming* en Ecuador**

Según informe de la FAO (2021) el banano es el fruto más vendido en el mundo y en términos de producción, representa el cuarto cultivo alimentario más importante después del arroz, el trigo y el maíz. Ecuador es el principal exportador de banano a nivel mundial y el tercer productor mundial de esta fruta, lo que le permite tener ventajas comparativas para la producción de banano, ya que cuenta con condiciones climáticas favorables para su crecimiento y una disponibilidad de la fruta durante todo el año.

Es importante mencionar que, la producción, comercialización y exportación de banano es una importante fuente de empleo en Ecuador y ha sido impulsada mediante el uso de tecnologías de agricultura de precisión, por lo que la actividad bananera tiene un gran peso en la economía del Ecuador, no solo en términos de producción sino también en su impacto en otros sectores (Tobar y Moran, 2022).

Según Rivera et al. (2022) la *Smart Farming* en Ecuador se basa en reducir los desperdicios y maximizar la productividad en el mismo terreno de cultivo, para lograrlo se tiene que tener en cuenta la aplicación de productos

para proteger los cultivos y solo utilizar la cantidad de agua necesaria, con estas herramientas se puede mantener la base de la agricultura: el suelo.

En este contexto, con la tecnología en el campo, los agricultores pueden supervisar sus cultivos de manera precisa para determinar dónde es necesario intervenir, considerando de gran importancia la inclusión de herramientas de la Industria 4.0, como el internet de las cosas (IoT) en la agricultura, ya que con sensores y equipos se pueden obtener datos que se procesarán (*Big Data*) en plataformas robustas para su uso en beneficio del agricultor.

En Ecuador, la agricultura de precisión ha sido poco utilizada en actividades relacionadas con la producción de banano, flores y caña de azúcar, pero se esperan grandes oportunidades para su adopción gradual. Se trata de llevar a cabo tareas agrícolas, como la fertilización, el control de malezas, plagas y enfermedades, el manejo del agua, la cosecha y otras, de acuerdo con las condiciones específicas de los terrenos que conforman una superficie productiva (Tobar y Moran, 2022).

De esta manera, se logrará integrar datos meteorológicos y de conservación ambiental, con el objetivo de alcanzar los mayores rendimientos y los menores costos, ya que los insumos serán solo los estrictamente necesarios para las plantas en cada segmento de suelo.

En Ecuador, la agricultura de precisión es utilizada en la producción de flores, banano y caña de azúcar para realizar riegos automatizados, controlar plagas, humedad y ventilación. También se usan drones para verificar plagas y hacer levantamientos topográficos, y redes de sensores inalámbricos para monitorear la humedad relativa, la temperatura, la humedad del suelo, la luz y la lluvia (Yarzabal y Chica, 2021). Además, permite reducir el uso de pesticidas y el consumo de agua en los cultivos, ayudando a controlar la temperatura y la humedad de cada planta para mantenerla en su estado ideal y entregar un buen producto para el consumo humano (Tobar y Moran, 2022).

Seguidamente, se presenta en la Figura 2, las fases de la agricultura de precisión:

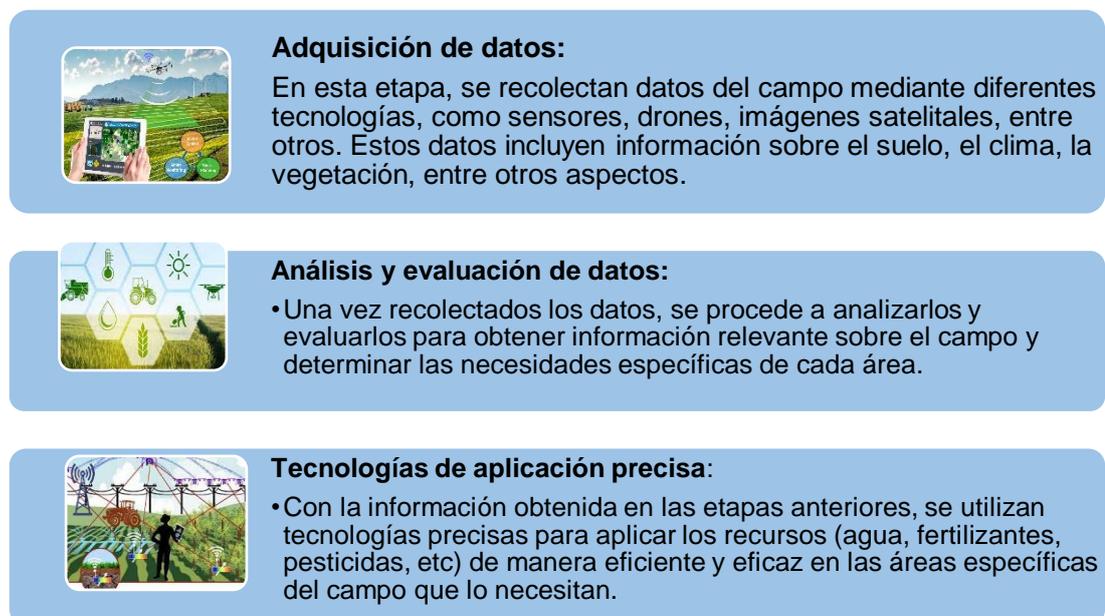
**Figura 2.**  
Fases de la agricultura de precisión



*Nota:* Adaptado de Tobar y Moran, (2022)

Según la Figura descrita anteriormente, la agricultura de precisión se divide en tres etapas, como se describen a continuación en la figura 3:

**Figura 3.**  
Descripción de las etapas de la agricultura de precisión



*Nota:* Adaptado de Fouad y Ragab, (2022)

Cada una de estas etapas se apoya en herramientas tecnológicas y software específico, y se basa en el uso de datos para optimizar los recursos y mejorar la productividad y la rentabilidad de la agricultura.

#### **1.2.6. Industria Bananera**

De acuerdo al informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO (2019) la producción de banano ha experimentado un aumento significativo en los últimos años. Según el análisis del mercado se determinó que las exportaciones alcanzaron los 20,2 millones de toneladas en el año 2019, debido al aumento de la producción de banano en Ecuador y Filipinas. Se estima que para 2028 la producción de banano alcanzará 135 millones de toneladas.

La industria bananera obtiene la mayor parte de sus ingresos de la venta de plátanos frescos, mientras que el procesamiento de banano solo representa un 20%. El procesamiento de banano tiene un gran potencial de crecimiento debido a la posibilidad de utilizar los residuos de procesamiento en nuevas cadenas productivas (Miranda et al., 2022).

La tecnología avanzada de procesamiento es esencial para mejorar el valor agregado de los productos básicos y la eficiencia en el uso de los recursos de los bananos. Durante su ciclo productivo, la industria bananera genera grandes cantidades de residuos sólidos, como raquis, pseudotallos, hojas y cáscara de plátano, que pueden ser utilizados en diferentes procesos, como el envasado de productos y la producción de bioplásticos, contribuyendo así a la implementación de una economía circular (Galarza y Balladares, 2021).

Aunque existen varios estudios sobre el procesamiento de banano y el uso de sus residuos en nuevos procesos productivos, la mayoría se centran en un solo residuo, limitando el conocimiento y el potencial para crear nuevas cadenas productivas a partir de una fuente natural.

Es importante mencionar que, según la FAO (2021) la participación de los principales impulsores del comercio incluye un abundante crecimiento de la oferta en los principales países exportadores de Ecuador y Filipinas, y un aumento significativo en la demanda de importación, en particular por parte de China y la Unión Europea (UE). A continuación, se procede a describir en

la Figura 4 la participación de los países de destino de las exportaciones de banano:

**Figura 4.**

Participación de países destino de las exportaciones de banano



**Nota:** Adaptado de FAO, (2021)

En resumen, según los datos presentados, entre 2016 y 2020, el principal destino para las exportaciones de banana de Ecuador fue Rusia, y este país continuó siendo un gran comprador en 2021. Ecuador es el principal proveedor de banana para Rusia, y aproximadamente el 22% de las frutas exportadas va en promedio a este destino (Miranda et al., 2022).

En Ecuador, la industria bananera obtiene la mayor parte de sus ingresos de la venta de plátanos frescos, mientras que el procesamiento de banano solo representa un 20%. El procesamiento de banano tiene un gran potencial de crecimiento debido a la posibilidad de utilizar los residuos de procesamiento en nuevas cadenas productivas (Tobar y Moran, 2022).

La tecnología avanzada de procesamiento es esencial para mejorar el valor agregado de los productos básicos y la eficiencia en el uso de los recursos de los bananos. Durante su ciclo productivo, la industria bananera genera grandes cantidades de residuos sólidos, como raquis, pseudotallos, hojas y cáscara de plátano, que pueden ser utilizados en diferentes procesos, como el envasado de productos y la producción de bioplásticos, contribuyendo así a la implementación de una economía circular (Galarza y Balladares, 2021).

Aunque existen varios estudios sobre el procesamiento de banano y el uso de sus residuos en nuevos procesos productivos, la mayoría se centran en un solo residuo, limitando el conocimiento y el potencial para crear nuevas cadenas productivas a partir de una fuente natural.

### **1.2.7. Procesamiento del banano**

El banano es comúnmente consumido fresco, pero también se utiliza para producir varios productos terminados a través del procesamiento y manejo de bananos frescos y sus componentes. Estos productos incluyen bananas en almíbar, rodajas secas, bananas congeladas, bananas secas, bebidas alcohólicas, etanol de bananas, banana en polvo, jaleas, mermeladas, compotas, rebanadas, jugos, néctares, bebidas, rodajas de banana y banana frita vinagre (Vite et al., 2020).

Los bananos de exportación son sometidos a un riguroso control de calidad para garantizar que lleguen en óptimas condiciones de madurez y libres de manchas, suciedad y cicatrices. Los bananos se clasifican en tres categorías según el Código Alimentario, Clase Extra, Clase I y Clase II, que se basan en su calidad y características de variedad (Rivera et al., 2022).

En las plantas procesadoras, los frutos descartados debido a no haber alcanzado un estado óptimo de madurez, tamaño inadecuado, golpes leves o magulladuras, piquetes de insectos y manchas que generan el tradicional rechazo del banano, así como un desperdicio de residuos del proceso posterior a la cosecha (Alzate et al., 2021).

Los bananos son una de las frutas más populares en el mundo, ya que son ampliamente producidos, comercializados y consumidos. Existen más de 1000 variedades de bananos en el mundo, que proporcionan nutrientes esenciales tanto para los países productores como importadores. La variedad de banana más comúnmente comercializada es la Cavendish, que representa cerca del 50% de la producción mundial con una producción anual estimada de 50 millones de toneladas (Vite et al., 2020).

Los bananos son especialmente importantes en los países menos desarrollados y de bajos ingresos con déficit de alimentos, donde no solo contribuyen a la seguridad alimentaria de las familias como alimento básico, sino también a la generación de ingresos como cultivo comercial (Tobar et al., 2022).

### **1.2.8. Proceso productivo de banano en Ecuador**

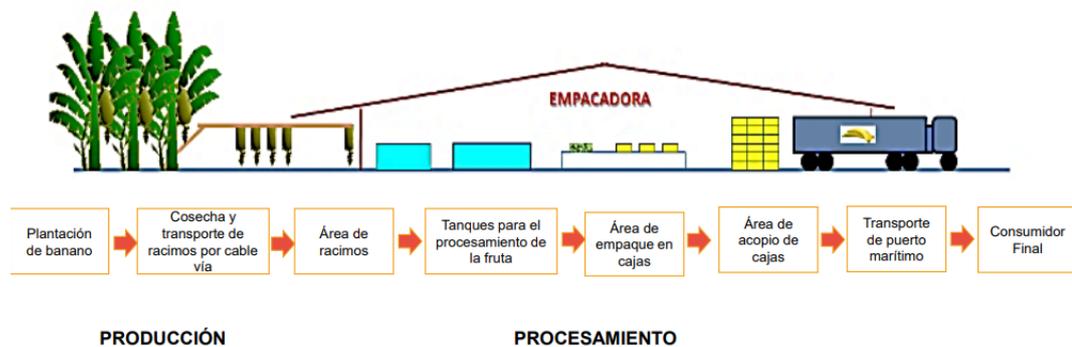
El proceso productivo de banano en Ecuador es uno de los más importantes en el país, ya que es una de las principales exportaciones. El

proceso comienza con la plantación de las plántulas de banano en un terreno preparado específicamente para ello. Una vez que las plántulas han crecido y desarrollado una cierta altura, se procede a la poda de las hojas para que el árbol pueda concentrar su energía en el crecimiento de los racimos de banano.

Mientras tanto, cuando los racimos han madurado, se cosechan a mano y se llevan a una planta de procesamiento para su clasificación y embalaje, para finalmente, enviar los bananos a los mercados internacionales. Es por ello que el proceso productivo de banano en Ecuador es altamente mecanizado y está altamente regulado para garantizar la calidad y seguridad de los productos exportados. A continuación, se observa en la Figura 5, dicho proceso productivo:

**Figura 5.**

Proceso productivo del banano



*Nota:* Adaptado de Galarza y Balladares, (2021)

Es importante destacar que, entre las principales plagas y enfermedades que afectan a la producción de banano en Ecuador se encuentran; la Sigatoka Negra, un hongo que daña principalmente las hojas y puede reducir significativamente la producción. También está la mosca del medio o fruit fly, que se alimenta de los frutos causando daños significativos. Otro problema son los nematodos, gusanos que afectan las raíces y disminuyen el crecimiento de la planta. Y finalmente la Roya del banano, un hongo que afecta las hojas y puede llegar a matar la planta. La *Smart Farming* ofrece herramientas para controlar estas plagas y enfermedades, como monitoreo remoto de plantas, drones para detección temprana, sistemas de riego automatizados y sistemas de información para gestión de plagas y

enfermedades, todo esto ayudando a reducir el uso de pesticidas y mejorar la eficiencia en el control de plagas y enfermedades.

Es por ello que Tobar y Moran (2022) destacaron que los métodos de *Smart Farming* pueden ayudar a controlar estas plagas y enfermedades mediante la utilización de tecnologías como el monitoreo remoto de plantas, el uso de drones para la detección temprana de plagas y enfermedades, el uso de sistemas de riego automatizados y la utilización de sistemas de información para la gestión de plagas y enfermedades, permitiendo la disminución del uso de pesticidas y mejorar la eficiencia en el control de plagas y enfermedades.

### **1.2.9. Marco Legal**

En este apartado se procede a destacar las normativas, reglamentos y leyes que fundamentan el marco legal de esta investigación, con el fin de conocer los organismos oficiales relacionados con el cultivo de banano. En relación a la normativa relacionada con el control del uso de plaguicidas en el sector agrícola se basa principalmente la Ley para formulación, importación, comercialización y empleo de plaguicidas y productos afines de uso agrícola actualizada en el año 2004, que establece un mejor control y regulación de los plaguicidas utilizados en la agricultura.

De igual manera, se destaca la Ley que regula la producción y comercialización de banano y plátano, creada con el fin de resaltar el compromiso que deben asumir los productores de este sector en el cumplimiento y las exigencias y requisitos necesarios para exportar el producto, basándose en las especificaciones y certificaciones requeridas en el mercado al que va dirigido. (LECPCB, 2011)

Por otra parte, se destaca la Resolución de Agrocalidad de 2016, que establece que las personas naturales o jurídicas dedicadas a la aplicación de plaguicidas deben registrarse a través del sistema Gestionador Unificado de Información de Agrocalidad, con el propósito de cumplir con los requisitos establecidos por la Comunidad Andina (Agrocalidad, 2016).

De igual manera, el Acuerdo publicado en 2014 por el Ministerio de Agricultura y Dirección General de Aviación Civil (DGAC), establece el Reglamento para el Saneamiento Ambiental Agrícola, basado en la regulación

y control de las aplicaciones aéreas y terrestres para el uso de agroquímicos y productos dedicados a las actividades agrícolas considerando aspectos tales como agronómicos, geográficos y ambientales (ECOLEX, 2014).

Con respecto a la Ley de gestión ambiental, se encarga de establecer Establece los principios y directrices para la política ambiental, determina las obligaciones y responsabilidades de los sectores público y privado en la gestión ambiental y fija los límites permitidos, controles y sanciones en relación a esta materia (LGA, 2004).

## CAPÍTULO II: MARCO METODOLÓGICO

Para el desarrollo del presente estudio se planteó el marco metodológico como una guía en el uso adecuado de la recopilación de información, con el fin de establecer tipo de investigación, diseño, su enfoque y método de investigación que permitieron fundamentar el tema propuesto.

El enfoque cuantitativo se basa en la recopilación y evaluación de datos para responder preguntas de investigación y verificar hipótesis previamente establecidas, y se enfoca en la medición numérica, conteo y a menudo en el empleo de estadísticas para establecer patrones precisos de conducta en un grupo determinado.

Este enfoque es crucial para la investigación debido a que se basa en establecer preguntas y dimensiones relacionadas con la propuesta para la utilización de métodos de *Smart Farming* en el sector bananero en Ecuador para el control de su detección, gestión y erradicación de plagas y enfermedades.

El objetivo es recolectar datos para identificar y conocer los métodos de *Smart Farming* y las principales plagas y enfermedades que afectan a la producción de banano en Ecuador, así como conocer y evaluar las estrategias de control mediante métodos de *Smart Farming*, que permitan definir estrategias adecuadas para el sector por medio del diseño de la propuesta que sean eficaces en la detección, gestión y erradicación de plagas y enfermedades en Ecuador.

Con respecto al método se aplicó el inductivo, ya que este se basó en la observación y la recolección de datos para llegar a conclusiones generales o teóricas y su proceso de investigación parte de una serie de observaciones y se llega a conclusiones generales o teóricas a través del análisis y la interpretación de los datos.

Es importante destacar que para utilizar el método inductivo es necesario tener una metodología sólida y rigurosa para la recolección y el análisis de los datos, ya que las conclusiones generadas deben ser válidas y confiables.

Igualmente, para esta investigación se consideró el método analítico, ya que este por medio del desarrollo del marco teórico y metodológico, se

realizó un análisis de la información recopilada que permitió conocer las características de la población, por lo que se establecieron relaciones de causa y efecto entre los elementos relacionados con el tema y objeto de estudio, por consiguiente, se realizó la revisión de la información de manera ordenada, por lo que este método analítico permitió el desarrollo de la fase de revisión de la literatura, con el fin de analizar e interpretar la información.

En relación al tipo de estudio, se aplicó el diseño no experimental que se define como aquel proceso que consiste en la observación de los fenómenos tal y como ocurren en su ambiente natural, sin intervenir o manipular deliberadamente las variables. Se planteó este diseño ya que, el enfoque principal de este tipo de investigación es analizar los fenómenos tal y como se presentan, sin intervenir en su curso natural a los productores de banano de la provincia de Guayas. Según lo expresado anteriormente, se planteó utilizar un diseño de campo para esta investigación, ya que se centra en obtener o medir datos relacionados con un evento específico en el lugar donde ocurre. En otras palabras, se realiza un desplazamiento al lugar donde se desea estudiar los fenómenos o características para recolectar información valiosa para la investigación sobre métodos de *Smart Farming* en el sector bananero del Ecuador.

De igual manera, se aplicó la investigación descriptiva, ya que por medio de datos estadísticos de organismos oficiales y la revisión de la literatura desarrollada con el tema en estudio se logró desarrollar el marco teórico. Es así como, durante el desarrollo y la recopilación de información se desarrollaron las bases teóricas y definiciones de conceptos relacionados con el diseño de propuesta para la utilización de métodos de *Smart Farming* en el sector bananero en Ecuador.

En este sentido, se desarrolló la búsqueda de características observables, que permitieron describir detalladamente los datos relevantes sobre la población o grupo en estudio, de manera de lograr la integración con el diseño y el cuestionario seleccionado, aplicado a los productores de banano de la provincia de Guayas para así obtener información numérica y medible.

Seguidamente se procedió a determinar las fuentes de información que se implementaron para el desarrollo de la investigación. En primer lugar, se procedió a seleccionar las fuentes primarias que permitieron recopilar

información directamente de la población observada y que para ello se utilizó como técnica metodológica la encuesta y observación directa.

Con respecto a las fuentes de información secundarias se procedió a utilizar la revisión de revistas especializadas, libros y páginas de internet de organismos oficiales, con el fin de recopilar las dimensiones del estudio, así como las estadísticas que aporten información relevante acerca del problema observado.

Con respecto a la técnica de recopilación de datos se aplicó la encuesta a los productores de banano de la provincia de Guayas y finalmente, se procedió a describir la matriz de la metodología, que se puede observar en el apartado de apéndices en el Anexo A, en la que se exponen las preguntas de investigación, los objetivos y el marco metodológico de manera resumida, con el fin de aportar información sobre el tema propuesto.

## **2.1 Población, muestra y muestreo**

La población es un grupo de individuos, objetos o sucesos que comparten ciertas características similares y sobre los cuales se busca recolectar información y que serán relevantes para el estudio en cuestión. En otras palabras, la población es el universo de elementos del cual se selecciona una muestra para ser estudiados en profundidad, y los resultados obtenidos de esta muestra se generalizan a la población total.

En relación a la población del estudio en Ecuador existen 9.000 productores de banano y para la muestra se planteó a los productores de la provincia de Guayas (MPCEIP, 2017), con el fin de obtener información relevante para el desarrollo de trabajo de campo de la presente investigación, por lo que el estudio se centrará en recopilar información relacionada con la aplicación de innovación, así como de las técnicas del *Smart Farming* en esta industria, con el objetivo de ofrecer alternativas de mejora en función de la eficiencia, productividad y la sostenibilidad del sector.

Se aplicó la siguiente fórmula para poblaciones finitas, ya que se conocer el total de la población y se requiere conocer cuántos del total se consideran estudiar. A continuación, se procede a describir la fórmula:

$$n = Z^2 \frac{N x p x q}{e^2 (N - 1) + Z^2 x p x q}$$

Donde:

N = Total de la población

Z= 1,65 al cuadrado (si la seguridad es del 90%)

P = proporción esperada (en este caso 0,5)

e = error (en su investigación use un 10%).

Cálculo:

$$n = 1,92^2 \frac{9.0000 x 0,50 x 0,50}{0,05^2 (9.000 - 1) + 1,96^2 x 0,50 x 0,50}$$

$$n = 3,8416 \frac{2.250}{23,4579}$$

$$n = 368$$

En base a los resultados del cálculo realizado para el estudio se planteó utilizar como muestra a 368 productores de banano de la provincia de Guayas que componen la cantidad de productores a encuestar.

Cabe destacar que, el muestreo no probabilístico se refiere a una técnica de selección de muestras en la cual se basa en la intuición, la documentación histórica o experiencia en el campo en lugar de seguir un proceso estadístico. A diferencia del muestreo probabilístico, no es tan preciso para medir la importancia cuantitativa de un yacimiento o región.

## **2.2 Instrumentos de recopilación de información**

Según Herbas (2018) los instrumentos de recopilación de datos son cruciales para registrar información sobre las variables elegidas para el estudio. Se utilizarán las técnicas de recolección de información más adecuadas a través de estos instrumentos.

En esta investigación, se utilizó un cuestionario como instrumento para recopilar información. El mismo estuvo compuesto por 10 preguntas cerradas, de múltiples opciones que se respondió utilizando una escala de medición de Likert, mostrando un rango entre muy en desacuerdo hasta muy de acuerdo, Esta escala de medición es una herramienta comúnmente utilizada en investigaciones cuantitativas y consiste en una serie de categorías con un valor de selección que varía entre 1 y 5.

Cabe destacar que, por medio de la escala de medición planteada se logró medir el grado de acuerdo o desacuerdo con las preguntas planteadas, y se presentaron en función del contexto de la pregunta para facilitar su comprensión.

De esta manera, la recolección de datos a través de un cuestionario, combinado con la escala de Likert, se convierte en una herramienta valiosa para recopilar información de manera objetiva y estandarizada, permitiendo la comparación de los resultados obtenidos con el fin de obtener conclusiones y recomendaciones.

En cuanto a las preguntas de opción limitada, se utilizaron preguntas de sí o no y preguntas con varias opciones para esta investigación, debido a que se adaptan al tipo de investigación propuesto, siendo un elemento crucial en el proceso de recopilación de datos, y también en la combinación de las variables seleccionadas para el estudio. De esta manera, se logró proporcionar información valiosa tanto para la metodología como para los resultados de la investigación actual.

Es importante mencionar que, al momento de aplicar el instrumento se procedió a dar una breve explicación a los encuestados, en relación a los fines netamente académicos del estudio, así como otorgar información que garantizara la confidencialidad de la información otorgada, así mismo se describió la estructura del cuestionario, informando los criterios que debían seguir al momento de seleccionar la opción más idónea.

## **2.3 Herramientas y procedimientos para procesar información recopilada**

El análisis e interpretación de los datos en esta investigación comenzó con la selección de la población y muestra. Seguidamente, a través de los datos históricos obtenidos de fuentes documentales, se estudiaron las variables e indicadores con el objetivo de crear las preguntas del cuestionario.

Las preguntas seleccionadas se basaron en las dimensiones de las variables en estudio, con el fin de analizar y sistematizar los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas a los productores de banano de la provincia de Guayas.

Es preciso destacar que, para analizar y sistematizar los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas previamente se seleccionaron las preguntas que se basaron en las dimensiones del diseño de propuesta para la utilización de métodos de *Smart Farming* en el sector bananero en Ecuador.

En este sentido, se describieron como dimensiones el uso de tecnología, con el fin de conocer el grado de adopción de tecnologías en el cultivo de banano, como el uso de equipos de riego automatizados, sensores de humedad en el suelo, entre otros. Con respecto a la dimensión conocimiento, se destacó el conocimiento técnico que tienen los productores sobre los diferentes métodos de *Smart Farming* y su aplicabilidad en el cultivo de banano.

Entre otra de las dimensiones que se planteó es el uso de tecnología inteligente, con el propósito de identificar y conocer la utilización de tecnologías inteligentes, como el uso de drones para la supervisión de cultivos, sistemas de inteligencia artificial para el monitoreo de plagas, entre otros.

Asimismo, se planteó el tipo de almacenamiento, con el fin de conocer el tipo de almacenamiento de los productos y sistemas de control para el monitoreo de la producción, como el uso de sistemas de información geográfica, sistemas de control de plagas, entre otros. La medición de producción para conocer el uso de aplicaciones móviles para el seguimiento de la producción, como el uso de sensores para el seguimiento de la producción en tiempo real, entre otros.

Finalmente, se planteó como dimensión los métodos tradicionales de cultivo, con el fin de evaluar el uso de métodos tradicionales de cultivo, como el riego por surco, el control de plagas mediante el uso de pesticidas químicos, entre otros.

Entre las herramientas utilizadas para procesar la información, Herbas (2018) destacó, que estas permiten sistematizar cada una de las opciones seleccionadas por los participantes, a través de los datos recopilados en el trabajo de campo, con el propósito de facilitar la tabulación de los datos.

Es por ello que para el presente estudio se procedió a utilizar el Excel, para el procesamiento de la información obtenida, que permitieron el desarrollo de tablas y gráficos que describieron los resultados obtenidos de la encuesta.

## **2.4 Conceptualización de las variables**

Variable Independiente: Métodos de *Smart Farming*.

Según Boza et al.(2021) la agricultura inteligente es un enfoque de gestión que busca proporcionar a la industria agrícola la infraestructura necesaria para utilizar tecnologías avanzadas, como los macrodatos, la nube y el Internet de las cosas, con el objetivo de monitorear, supervisar, automatizar y analizar las operaciones agrícolas.

Además, la agricultura inteligente es una tendencia emergente en el mundo agrícola que busca mejorar la eficiencia, la productividad y la sostenibilidad en las operaciones agrícolas. Utiliza una variedad de tecnologías o métodos avanzados, como sensores, drones, robótica, inteligencia artificial y análisis de datos, para recolectar y analizar datos en tiempo real sobre el suelo, el clima, el rendimiento de los cultivos y el estado de los animales.

Con esta información, los agricultores pueden tomar decisiones informadas sobre cuándo sembrar, cómo fertilizar, cuándo cosechar y cómo manejar plagas y enfermedades. Además, la agricultura inteligente también puede ayudar a reducir el uso de pesticidas y fertilizantes, lo que contribuye a la sostenibilidad ambiental.

Variable Dependiente: Desarrollo tecnológico del sector bananero en Ecuador.

Los avances tecnológicos tienen el potencial de acelerar la transformación agrícola de esta manera los productores en los cultivos se han embarcado en la tarea de desarrollar nuevas tecnologías para aumentar los niveles de productividad agrícola, por lo que se consideran de gran importancia para mejorar la productividad y así adoptar estrategias y enfoques nuevos en el desarrollo de tecnología en el campo de la investigación agrícola.

En conclusión, se puede destacar que la fundamentación teórica desarrollada permitió conocer la importancia de la tecnología en el sector agrícola, ya que por medio de la revisión de la literatura relacionada con el tema se determinó el marco conceptual con cada una de las dimensiones del estudio. Asimismo, las bases teóricas permitieron fundamentar con cada una de las premisas planteadas por diversos investigadores que a su vez se encuentran relacionada con la tecnología, innovación, procesos productivos y aportes a la economía empresarial.

## CAPÍTULO III: RESULTADOS

En este apartado se procede a presentar los resultados obtenidos de la encuesta aplicada a los productores de la provincia de Guayas, por medio de la representación de tablas, gráficos e interpretación correspondiente:

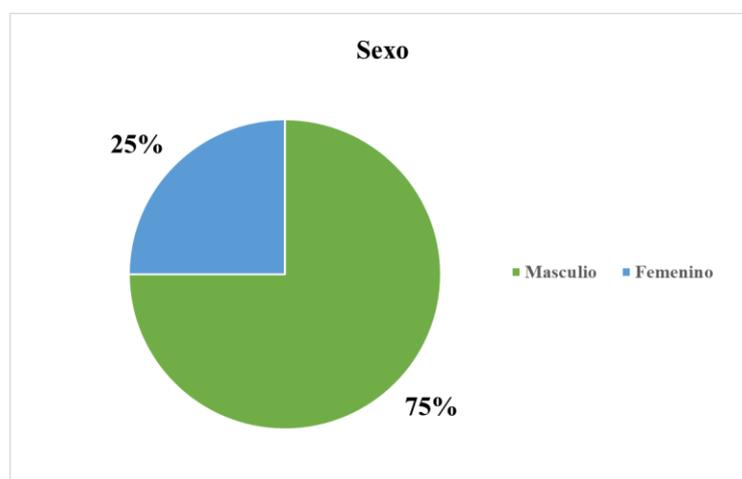
### Factores socioeconómicos

**Tabla 1**  
Sexo

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Masculino	276	75,00%
Femenino	92	25,00%
<b>Totales</b>	<b>368</b>	<b>100 %</b>

*Nota:* En la tabla se describe el sexo de los productores de banano encuestados.

**Figura 6.**  
Sexo



*Nota:* En la figura se describe en porcentajes el sexo de los productores de banano encuestados.

### Análisis:

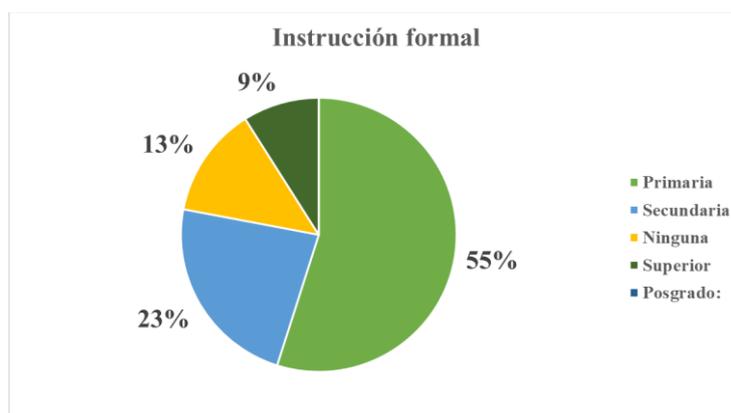
El 75% de los encuestados correspondientes a 276 participantes, están representados por hombres productores de banano, mientras que un 25% correspondiente a 92 encuestadas están representadas por mujeres.

**Tabla 2**  
*Instrucción formal*

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Primaria	202	54,89%
Secundaria	85	23,10%
Ninguna	48	13,04
Superior	33	8,97
Posgrado	0	0,00
<b>Totales</b>	<b>368</b>	<b>100 %</b>

*Nota:* En la tabla se describe la instrucción formal de los productores de banano encuestados.

**Figura 7.**  
Instrucción formal



*Nota:* En la figura se describe la instrucción formal en porcentajes de estudios obtenidos de los productores de banano encuestados.

**Análisis:**

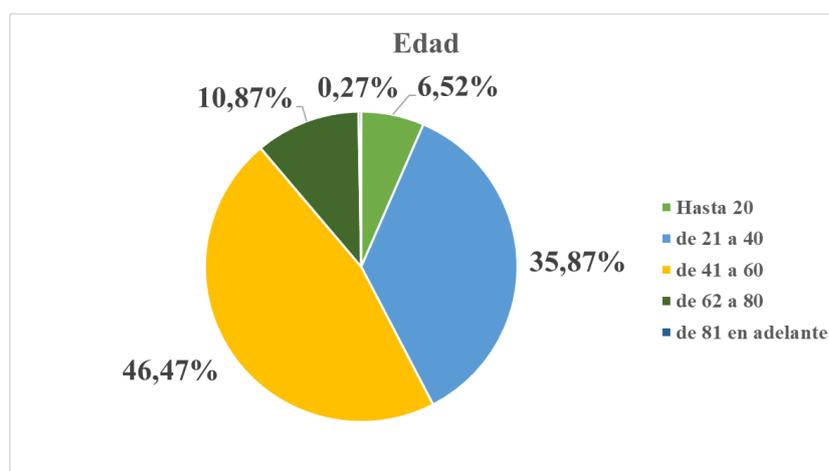
El 55% de los encuestados correspondientes a 202 participantes manifestaron tener estudios de primaria, mientras que un 23% correspondiente a 85 encuestados opinaron tener estudios de secundaria. En tanto, un 13% correspondiente a 48 encuestados manifestaron no tener estudios y un 9% representados por 33 participantes indicaron tener estudios superiores.

**Tabla 3**  
*Edad*

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Hasta 20 años	24	6,52%
De 21 a 40 años	132	35,87%
De 41 a 60 años	171	46,47%
De 62 a 80 años	40	10,87%
De 81 en adelante	1	0,27
<b>Totales</b>	<b>368</b>	<b>100 %</b>

*Nota:* En la tabla se describe la edad de los productores de banano encuestados.

**Figura 8.**  
*Edad*



*Nota:* En la figura se describe en porcentajes la edad de los productores de banano encuestados.

**Análisis:**

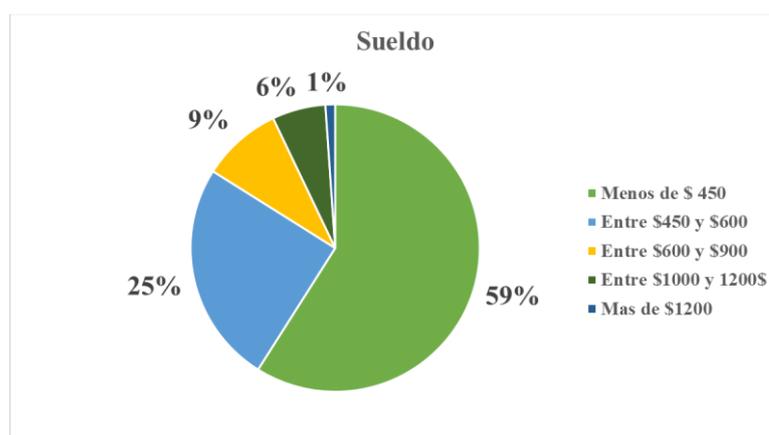
El 46% de los encuestados correspondientes a 171 participantes manifestaron tener entre 41 y 60 años, mientras que un 36% correspondiente a 132 encuestados opinaron tener entre 21 y 40 años. En tanto, un 11% correspondiente a 40 encuestados manifestaron tener entre 62 y 80 años y un 7% representados por 24 participantes indicaron tener hasta 20 años.

**Tabla 4**  
Sueldo

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Menos de \$450	217	58,97%
Entre \$450 y \$600	92	25,00%
Entre \$600 y \$900	33	8,97%
Entre \$1.000 y \$1.200	22	5,98%
Más de \$1.200	4	1,09%
<b>Totales</b>	<b>368</b>	<b>100 %</b>

*Nota:* En la tabla se describe una estimación del sueldo percibido de los productores de banano encuestados.

**Figura 9.**  
Sueldo



*Nota:* En la figura se describe en porcentajes los montos del sueldo percibido de los productores de banano encuestados.

**Análisis:**

El 59% de los encuestados correspondientes a 217 participantes manifestaron ganar un sueldo menor a \$450, mientras que un 25% correspondiente a 92 encuestados opinaron ganar entre \$450 y \$600. En tanto, un 9% correspondiente a 33 encuestados manifestaron ganar entre \$600 y \$900 y un 6% representados por 22 participantes indicaron ganar entre \$1.000 y \$1.200.

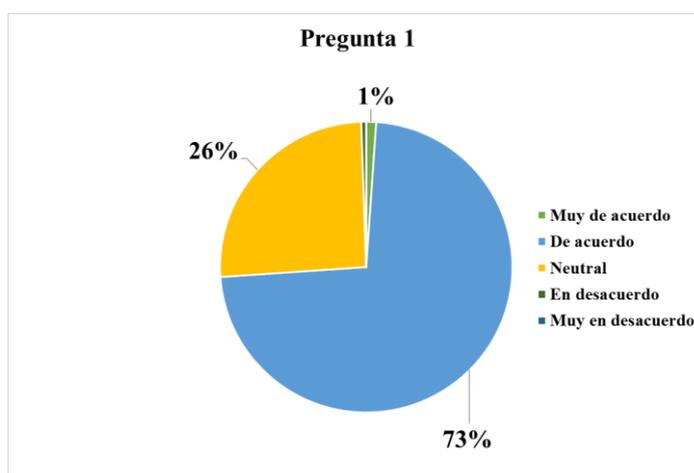
Pregunta 1: ¿Considera usted que posee accesibilidad a equipos o maquinaria para el uso de tecnología en la producción del sector bananero?

**Tabla 5**  
*Accesibilidad a equipos*

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Muy de acuerdo	4	1,09%
De acuerdo	268	72,83%
Neutral	94	25,54%
En desacuerdo	2	0,54%
Muy en desacuerdo	0	0,00%
<b>Totales</b>	<b>368</b>	<b>100 %</b>

*Nota:* En la tabla se describe la accesibilidad a equipos considerados por los productores de banano encuestados.

**Figura 10.**  
*Accesibilidad a equipos*



*Nota:* En la figura se describe la accesibilidad a equipos considerados en porcentajes de los productores de banano encuestados.

**Análisis:**

El 73% de los encuestados correspondientes a 268 participantes, opinaron estar de acuerdo en que, si posee accesibilidad a equipos o maquinaria para el uso de tecnología en la producción del sector bananero, mientras que un 26% correspondiente a 94 encuestados expresaron estar neutral con la pregunta planteada. En tanto, un 1% correspondiente a 4 encuestados opinaron estar muy de acuerdo con la afirmación.

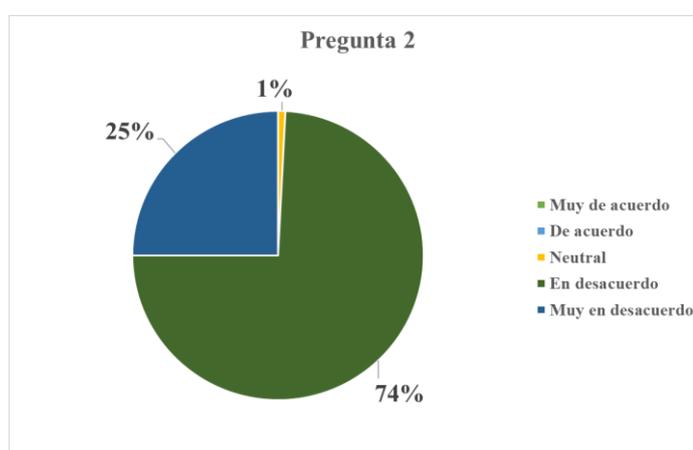
Pregunta 2: ¿Ha participado en cursos o formación relacionada con el uso de tecnología en la producción del sector bananero?

**Tabla 6**  
*Participación en cursos y formación*

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Muy de acuerdo	0	0,00%
De acuerdo	0	0,00%
Neutral	3	0,82%
En desacuerdo	273	74,18%
Muy en desacuerdo	92	25,00%
<b>Totales</b>	<b>368</b>	<b>100 %</b>

*Nota:* En la tabla se describe la participación en cursos y formación de los productores de banano encuestados.

**Figura 11.**  
Participación en cursos y formación



*Nota:* En la figura se describe la participación en cursos y formación en porcentajes de los productores encuestados.

**Análisis:**

El 74% de los encuestados correspondientes a 273 participantes, opinaron estar en desacuerdo en que, ha participado en cursos o formación relacionada con el uso de tecnología en la producción del sector bananero, mientras que un 25% correspondiente a 92 encuestados expresaron muy en desacuerdo con la pregunta planteada. En tanto, un 1% correspondiente a 3 encuestados opinaron estar neutral con la afirmación.

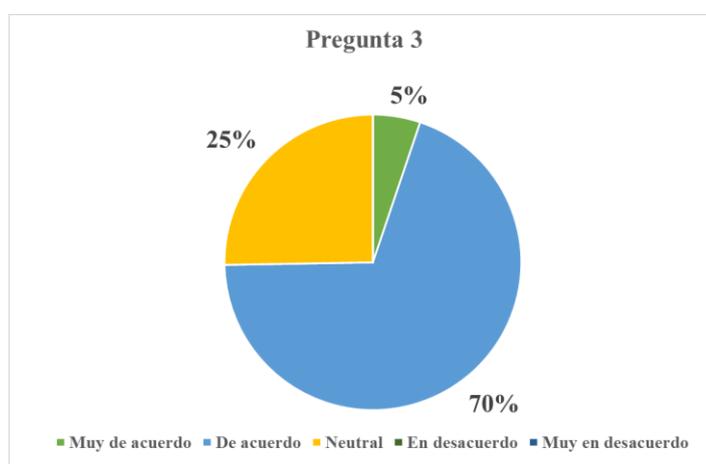
Pregunta 3: ¿Cómo percibe usted el uso de tecnologías de agricultura inteligente en su práctica agrícola diaria?

**Tabla 7**  
*Percepción agrícola*

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Muy de acuerdo	19	5,16%
De acuerdo	256	69,57%
Neutral	93	25,27%
En desacuerdo	0	0,00%
Muy en desacuerdo	0	0,00%
<b>Totales</b>	<b>368</b>	<b>100 %</b>

*Nota:* En la tabla se describe la percepción agrícola de los productores de banano encuestados.

**Figura 12.**  
Percepción agrícola



*Nota:* En la figura se describe la percepción agrícola en porcentajes de los productores de banano encuestados.

**Análisis:**

El 70% de los encuestados correspondientes a 256 participantes, opinaron estar de acuerdo en cómo percibe usted el uso de tecnologías de agricultura inteligente en su práctica agrícola diaria, mientras que un 25% correspondiente a 93 encuestados expresaron estar neutral con la pregunta planteada. En tanto, un 5% correspondiente a 19 encuestados opinaron estar muy de acuerdo con la afirmación.

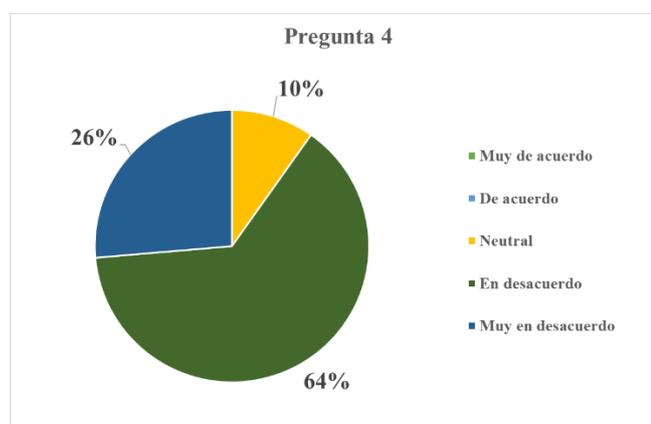
Pregunta 4: ¿Percibe usted que el uso de tecnologías de agricultura inteligente es beneficioso en comparación con las prácticas agrícolas tradicionales?

**Tabla 8**  
*Viabilidad de prácticas agrícolas*

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Muy de acuerdo	0	0,00%
De acuerdo	0	0,00%
Neutral	36	9,78%
En desacuerdo	235	63,86%
Muy en desacuerdo	97	26,36%
<b>Totales</b>	<b>368</b>	<b>100 %</b>

*Nota:* En la tabla se describe la viabilidad de prácticas agrícolas de los productores de banano encuestados.

**Figura 13.**  
*Viabilidad de prácticas agrícolas*



*Nota:* En la figura se describe la viabilidad de prácticas agrícolas en porcentajes de los productores de banano encuestados.

**Análisis:**

El 64% de los encuestados correspondientes a 235 participantes, opinaron estar en desacuerdo con la percepción del uso de tecnologías de agricultura inteligente es beneficioso en comparación con las prácticas agrícolas tradicionales, mientras que un 26% correspondiente a 97 encuestados expresaron estar muy en desacuerdo con la pregunta planteada. En tanto, un 10% correspondiente a 36 encuestados opinaron estar neutral con la afirmación.

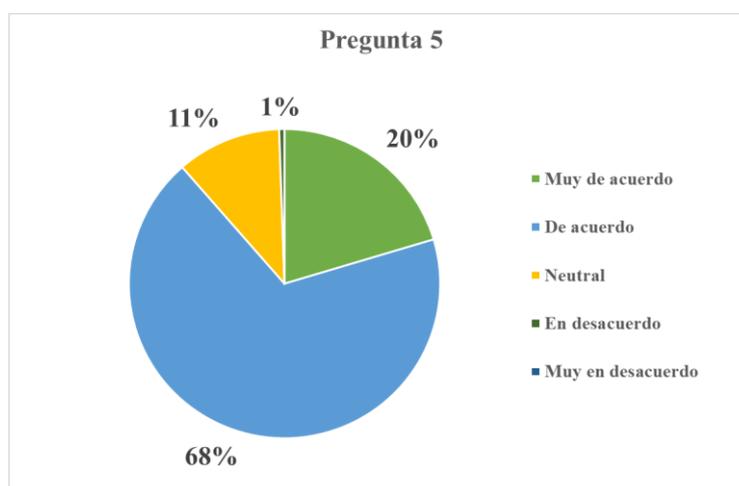
Pregunta 5: ¿Cómo calificaría su actitud hacia la adopción de tecnologías de agricultura inteligente en su práctica agrícola?

**Tabla 9**  
*Actitud hacia la adopción de tecnologías*

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Muy de acuerdo	75	20,38%
De acuerdo	251	68,21%
Neutral	40	10,87%
En desacuerdo	2	0,54%
Muy en desacuerdo	0	0,00%
<b>Totales</b>	<b>368</b>	<b>100 %</b>

*Nota:* En la tabla se describe la actitud hacia la adopción de tecnologías de los productores de banano encuestados.

**Figura 14.**  
Actitud hacia la adopción de tecnologías



*Nota:* En la figura se describe la actitud hacia la adopción de tecnologías en porcentajes de los productores de banano encuestados.

**Análisis:**

El 68% de los encuestados correspondientes a 251 participantes, opinaron calificaría estar de acuerdo con su actitud hacia la adopción de tecnologías de agricultura inteligente en su práctica agrícola, mientras que un 20% correspondiente a 75 encuestados expresaron estar muy de acuerdo con la pregunta planteada. En tanto, un 11% correspondiente a 40 encuestados opinaron estar neutral con la afirmación.

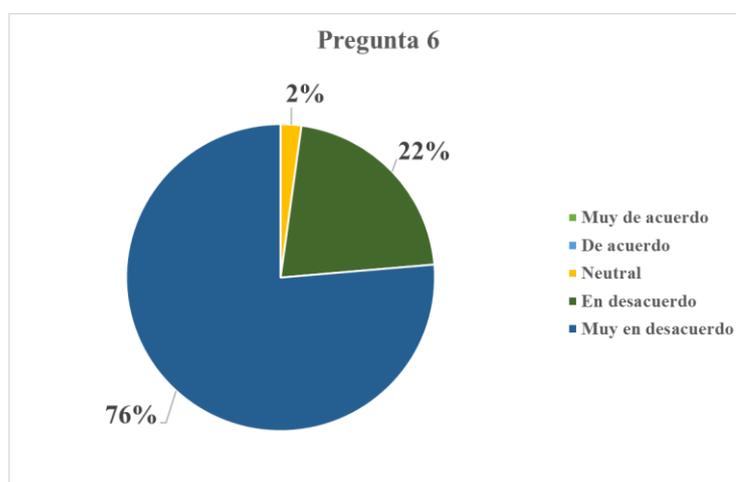
Pregunta 6: ¿Conoce las regulaciones y requisitos legales que existen en su zona para el uso de tecnologías de agricultura inteligente?

**Tabla 10**  
*Regulaciones y normativas*

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Muy de acuerdo	0	0,00%
De acuerdo	0	0,00%
Neutral	8	2,17%
En desacuerdo	79	21,47%
Muy en desacuerdo	281	76,36%
<b>Totales</b>	<b>368</b>	<b>100 %</b>

*Nota:* En la tabla se describe el conocimiento de las regulaciones y normativas de los productores de banano encuestados.

**Figura 15.**  
*Regulaciones y normativas*



*Nota:* En la figura se describe el conocimiento de las regulaciones y normativas en porcentajes de los productores de banano encuestados.

**Análisis:**

El 76% de los encuestados correspondientes a 281 participantes, opinaron estar muy en desacuerdo en que conoce las regulaciones y requisitos legales que existen en su zona para el uso de tecnologías de agricultura inteligente, mientras que un 22% correspondiente a 79 encuestados expresaron estar en desacuerdo con la pregunta planteada. En tanto, un 2% correspondiente a 8 encuestados opinaron estar neutral con la afirmación.

Pregunta 7: ¿Considera usted beneficioso el uso de tecnologías de agricultura inteligente en su práctica agrícola?

**Tabla 11**

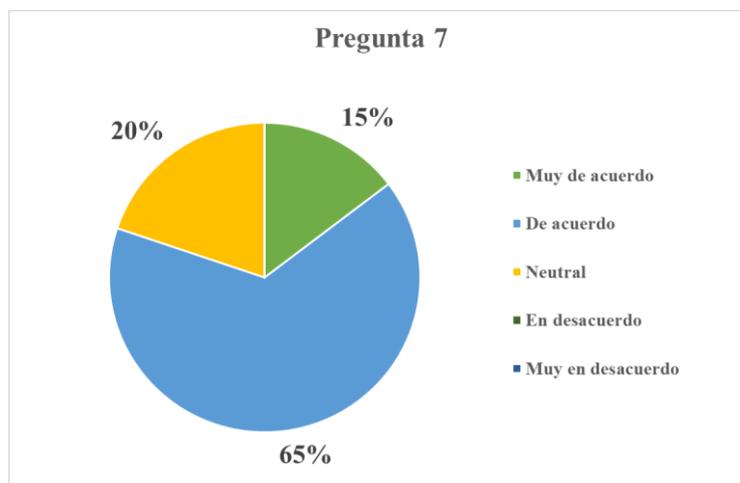
*Percepción agrícola*

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Muy de acuerdo	54	14,67%
De acuerdo	241	65,49%
Neutral	73	19,84%
En desacuerdo	0	0,00%
Muy en desacuerdo	0	0,00%
<b>Totales</b>	<b>368</b>	<b>100 %</b>

*Nota:* En la tabla se describe percepción agrícola de los productores de banano encuestados.

**Figura 16.**

Percepción agrícola



*Nota:* En la figura se describe percepción agrícola en porcentajes de los productores de banano encuestados.

**Análisis:**

El 65% de los encuestados correspondientes a 241 participantes, opinaron estar de acuerdo en que considera usted beneficioso el uso de tecnologías de agricultura inteligente en su práctica agrícola, mientras que un 20% correspondiente a 73 encuestados expresaron estar neutral con la pregunta planteada. En tanto, un 15% correspondiente a 54 encuestados opinaron estar muy de acuerdo con la afirmación.

Pregunta 8: ¿Considera usted que el uso de tecnologías de agricultura inteligente puede sustituir el uso de plaguicidas en los cultivos de banano?

**Tabla 12**

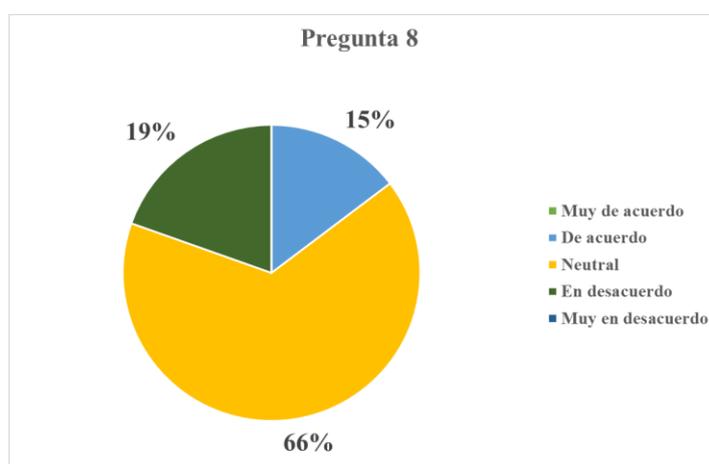
*Uso de plaguicidas*

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Muy de acuerdo	0	0,00%
De acuerdo	54	14,67%
Neutral	242	65,76%
En desacuerdo	72	19,57%
Muy en desacuerdo	0	0,00%
<b>Totales</b>	<b>368</b>	<b>100 %</b>

*Nota:* En la tabla se describe la consideración del uso de plaguicidas de los productores de banano encuestados.

**Figura 17.**

Uso de plaguicidas



*Nota:* En la figura se describe la consideración del uso de plaguicidas en porcentajes de los productores de banano encuestados.

**Análisis:**

El 66% de los encuestados correspondientes a 242 participantes, opinaron estar neutral con la pregunta considera usted que el uso de tecnologías de agricultura inteligente puede sustituir el uso de plaguicidas en los cultivos de banano, mientras que un 19% correspondiente a 72 encuestados expresaron estar en desacuerdo con la pregunta planteada. En tanto, un 15% correspondiente a 54 encuestados opinaron estar de acuerdo con la afirmación.

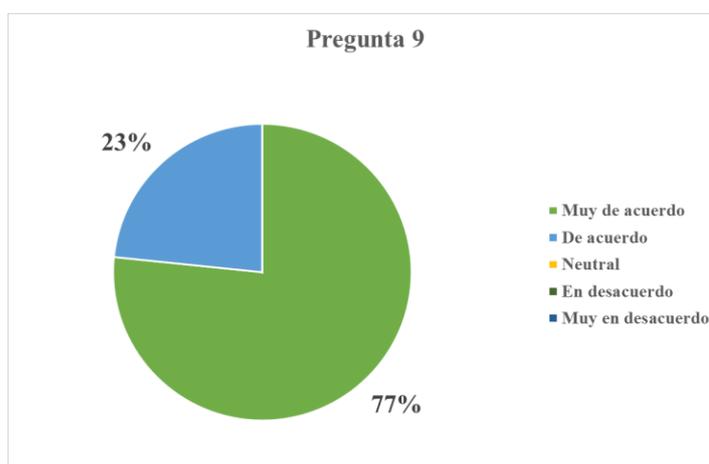
Pregunta 9: ¿Considera usted que se dispone de los medios para lograr una capacitación que promueva el conocimiento de agricultura inteligente entre los productores de banano?

**Tabla 13**  
*Capacitación*

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Muy de acuerdo	282	76,63%
De acuerdo	86	23,37%
Neutral	0	0,00%
En desacuerdo	0	0,00%
Muy en desacuerdo	0	0,00%
<b>Totales</b>	<b>368</b>	<b>100 %</b>

*Nota:* En la tabla se describe la disposición de medios para lograr una capacitación de los productores de banano encuestados.

**Figura 18.**  
*Capacitación*



*Nota:* En la figura se describe la disposición de medios en porcentajes para lograr una capacitación de los productores de banano encuestados.

**Análisis:**

El 77% de los encuestados correspondientes a 282 participantes, opinaron estar muy de acuerdo con la pregunta considera usted que se dispone de los medios para lograr una capacitación que promueva el conocimiento de agricultura inteligente entre los productores de banano, mientras que un 23% correspondiente a 86 encuestados expresaron estar de acuerdo con la pregunta planteada.

Pregunta 10: ¿Considera usted que los productores de banano tienen acceso a créditos para invertir en tecnología de agricultura inteligente?

**Tabla 14**

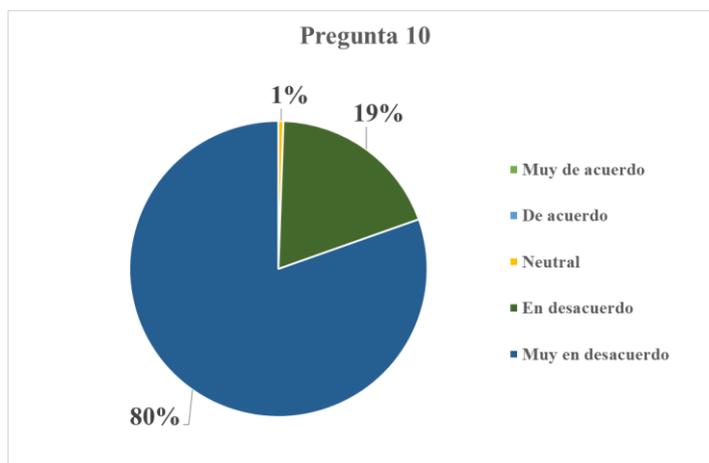
*Acceso a crédito*

Alternativa	Frecuencia	Porcentaje
Muy de acuerdo	0	0,00%
De acuerdo	0	0,00%
Neutral	2	0,54%
En desacuerdo	70	19,02%
Muy en desacuerdo	296	80,43%
<b>Totales</b>	<b>368</b>	<b>100 %</b>

*Nota:* En la tabla se describe la consideración del acceso a crédito de los productores de banano encuestados.

**Figura 19.**

*Acceso a crédito*



*Nota:* En la figura se describe la consideración del acceso a crédito en porcentajes de los productores de banano encuestados.

**Análisis:**

El 80% de los encuestados correspondientes a 296 participantes, opinaron estar muy en desacuerdo con la pregunta considera usted que los productores de banano tienen acceso a créditos para invertir en tecnología de agricultura inteligente, mientras que un 19% correspondiente a 70 encuestados expresaron estar en desacuerdo con la pregunta planteada.

## **CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE INTERVENCIÓN**

En el siguiente apartado se presenta la propuesta de estudio basada en la propuesta para la utilización de métodos de *Smart Farming* en el sector bananero en Ecuador, por medio del establecimiento del objetivo y la formulación de las estrategias que se consideran necesarias para alcanzarlo y que permitan fortalecer la problemática planteada.

Esta propuesta permitirá aplicar herramientas en beneficios de la gestión y la eficiencia, por medio del estudio de los principales factores que influyen en el proceso de cultivo bananero, con el propósito de incrementar la competitividad en el mercado con el uso de la innovación.

### **4.1 Objetivo de la propuesta**

Diseñar una estrategia de control eficaz para la detección, gestión y erradicación de plagas y enfermedades en el sector bananero del Ecuador, utilizando métodos de *Smart Farming*, con el fin de minimizar los desperdicios y maximizar la productividad en los cultivos.

### **4.2 Objetivos específicos**

Diseñar una estrategia para evaluar la implementación del método de agricultura de precisión, que permitan minimizar la cantidad de recursos empleados en los procesos productivos en el sector bananero del Ecuador utilizando métodos de *Smart Farming*.

Desarrollar plan de capacitación enfocada en la adquisición de nuevas habilidades la capacidad de investigación de los productores, dirigidas por parte de los recursos humanos especializados, con el fin de ampliar los conocimientos relacionados con la implementación de tecnología en sus cultivos para la mejora de la gestión de los recursos y de la productividad en función de la innovación.

Determinar la creación de una red de productores, que en la actualidad utilizan la agricultura de precisión para compartir experiencias y mejores prácticas, con el fin de lograr conocer y comprender la gestión de los cultivos por medio del uso de tecnologías de monitoreo avanzadas.

Establecer redes de cooperación, que permitan compartir conocimientos y mejores prácticas por parte de los estudios previos que se

han realizado, para así comprender la importancia del conocimiento y las mejores prácticas y estándares que la tecnología ofrece y lograr incrementar la productividad y eficiencia de los cultivos de banano como estrategia competitiva.

Identificar indicadores claves de rendimiento, con el fin de que los responsables de la toma de decisiones en la gestión productiva logren evaluar el impacto de las tecnologías agrícolas relacionados con los beneficios de la economía agrícola, el medio ambiente y la mano de obra dentro de la granja.

### **4.3 Importancia**

La agricultura es un sector vital para la economía del Ecuador, y el cultivo de banano es una de las principales fuentes de ingresos para los agricultores del país. Sin embargo, el sector bananero enfrenta desafíos significativos debido a la presencia de plagas y enfermedades que pueden causar daños significativos a los cultivos y reducir la producción. Diseñar una estrategia de control eficaz para la detección, gestión y erradicación de plagas y enfermedades en el sector bananero, utilizando métodos de *Smart Farming*, es esencial para garantizar la sostenibilidad del sector y mejorar la eficiencia en la producción (Tobar y Moran, 2022).

*Smart Farming* es un enfoque innovador que combina tecnologías avanzadas con prácticas agrícolas tradicionales para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad de los cultivos. A través de la utilización de tecnologías como el monitoreo de cultivos con drones, el análisis de datos de sensores y el uso de inteligencia artificial, se puede mejorar la capacidad de detectar plagas y enfermedades en una etapa temprana y tomar medidas para prevenir su propagación (Rivera et al., 2022).

Esto puede ayudar a reducir los desperdicios y maximizar la productividad en los cultivos, lo que es esencial para asegurar la viabilidad económica del sector bananero en Ecuador.

En resumen, la presente propuesta es fundamental para garantizar la sostenibilidad del sector y mejorar la eficiencia en la producción, lo que tiene un gran impacto en la economía del país.

#### **4.4 Alcance**

El objetivo de esta propuesta es diseñar una estrategia de control eficaz para la detección, gestión y erradicación de plagas y enfermedades en el sector bananero del Ecuador, utilizando métodos de *Smart Farming*, con el fin de minimizar los desperdicios y maximizar la productividad en los cultivos.

En este sentido, como alcance del estudio se plantea que se procederá a trabajar con la muestra de productores de banano de la provincia de Guayas. Además, se plantea que para el periodo de implementación de esta propuesta será de 3 meses como mínimo y terminará cuando se hayan cumplido con lo establecido en el plan de acción.

#### **4.5 Estrategias propuestas**

##### **4.5.1 Métodos de *Smart Farming* para la gestión de cultivos**

Es importante mencionar que, basado en los métodos enfocados en el *Smart Farming* para la detección, gestión y erradicación de plagas y enfermedades en el sector bananero del Ecuador se plantea como método la agricultura de precisión, que permitan minimizar la cantidad de recursos empleados en los procesos productivos en el cultivo de banano.

Por consiguiente, la agricultura de precisión es un proceso continuo en el que se recolectan datos del campo, se analizan y evalúan, y finalmente se utilizan para tomar decisiones específicas en la gestión del campo. Las tecnologías de agricultura inteligente abarcan estos aspectos de la agricultura de precisión y se dividen en tres categorías: adquisición de datos, análisis y evaluación de datos, y tecnologías de aplicación precisa.

La agricultura de precisión combinada con tecnologías computacionales ha permitido mejorar la rentabilidad y los rendimientos de los cultivos, así como también la cantidad y calidad de las tierras cultivadas y los sembradíos. Para implementar esta técnica se utilizan elementos clave como computadoras, monitores de rendimiento, tecnología de posicionamiento global, sensores del suelo y otros dispositivos que facilitan el control y automatización en la gestión de los campos sembrados (Vite et al., 2020).

Los dispositivos de gestión de cultivos pueden colocarse en el campo para recolectar datos específicos sobre la agricultura, como la temperatura, la precipitación y el estado general del cultivo. El tener acceso a esta información en cualquier momento y desde cualquier lugar permite que los agricultores puedan supervisar el crecimiento de los cultivos de manera eficiente y tomar medidas para prevenir resultados no deseados (Tobar y Moran et al., 2022).

La agricultura tradicional requiere un mayor uso de recursos y presenta ineficiencia en la gestión de los cultivos, ya que no se tiene un control continuo de los parámetros del suelo y el medio ambiente necesarios para garantizar la calidad de las producciones finales. Por esta razón, es necesario adoptar una agricultura de precisión en el país, junto con el uso de nuevas tecnologías como las redes de sensores inalámbricos, para garantizar la calidad de los procesos agrícolas bajo este enfoque.

Los beneficios de la agricultura de precisión son evidentes, ya que este enfoque permite definir los cultivos y las necesidades del suelo para lograr una productividad óptima, por un lado, y al mismo tiempo preservar los recursos, garantizar la sostenibilidad y proteger el medio ambiente, por otro lado. Aplicando este proceso en la agricultura regular se ayuda a solucionar los problemas más críticos de la agricultura, como el desperdicio de recursos, los altos costos y el impacto ambiental, además de lograr la automatizar de la toma de decisiones, mejorar la supervisión de la mano de obra y facilitar la comunicación entre agricultores, clientes y proveedores.

Al utilizar estas tecnologías, se logra obtener cosechas de alta calidad y mayor rendimiento, lo que les permite ser más competitivos en el mercado y vender sus productos de manera rápida y segura, ya que sus cultivos están certificados y cumplen con las normas de calidad requeridas en comparación con sus competidores.

#### ***4.5.2 Capacitación y formación de los productores de banano***

La implementación de la agricultura de precisión requiere la adquisición de nuevas habilidades por parte de los recursos humanos especializados, en especial en el manejo de computadoras y software. Esto crea nuevas oportunidades laborales en el campo agrícola. El uso de computadoras en los campos requiere el apoyo de una infraestructura de telecomunicaciones, lo

que brinda mejores oportunidades de desarrollo en zonas rurales, con el fin de fomentar la capacitación, asesoría, asistencia técnica más relevantes para suplir las necesidades de implementación de tecnologías.

En este sentido, se considera de gran importancia desarrollar la capacidad de investigación de los productores, con el fin de ampliar los conocimientos relacionados con la implementación de tecnología en sus cultivos que permitan gestionar los recursos y mejorar la productividad en función de la innovación.

Es necesario considerar que, para brindar capacitación y formación a los productores de banano, se plantean los siguientes tipos:

- Capacitación técnica: brindar información y conocimientos específicos sobre las plagas y enfermedades comunes en los cultivos de banano, así como sobre los métodos de control y prevención más efectivos.
- Capacitación en el uso de tecnologías *Smart Farming*: La implementación de la agricultura de precisión requiere brindar información y entrenamiento sobre el uso de tecnologías como sensores, drones, aplicaciones móviles, entre otros, para mejorar la detección temprana y el seguimiento de plagas y enfermedades.
- Capacitación en la gestión de la información: brindar información y entrenamiento sobre la recopilación, análisis y uso de datos para mejorar la gestión de plagas y enfermedades en los cultivos de banano.

Seguidamente, desde la tabla 15 hasta la tabla 17 se procede a detallar el contenido de cada tipo de capacitación, describiendo el objetivo, a que tipo de personal va dirigido, modalidad, costo y precio:

**Tabla 15**  
*Capacitación técnica*

<b>Plan de Capacitación propuesto</b>	<b>PC-M01-002</b>
<b>Tipo: Capacitación Técnica</b>	
<b>OBJETIVO:</b>	
Proporcionar información y conocimientos específicos sobre las plagas y enfermedades comunes en los cultivos de banano, así como sobre los métodos de control y prevención más efectivos.	
<b>DIRIGIDO A:</b> Productores de banano, técnicos y personal encargado de los cultivos.	
<b>MODALIDAD:</b> La capacitación se llevará a cabo en línea, mediante video conferencias y tutoriales en línea, o presencial.	
<b>INVERSIÓN:</b> El costo de la capacitación será de \$150 por persona, incluyendo el acceso a los materiales de entrenamiento en línea o en caso de ser presencial sería de \$250.	
<b>DURACIÓN:</b> La capacitación tendrá una duración de 8 horas, dividido en 4 sesiones de 2 horas cada una.	

**Tabla 16**  
*Capacitación en el uso de tecnologías Smart Farming*

<b>Plan de Capacitación propuesto</b>	<b>PC-M01-003</b>
<b>Tipo: Capacitación en el uso de tecnologías <i>Smart Farming</i></b>	
<b>OBJETIVO:</b>	
Ofrecer información y entrenamiento sobre el uso de tecnologías como sensores, drones, aplicaciones móviles, entre otros, para mejorar la detección temprana y el seguimiento de plagas y enfermedades.	
<b>DIRIGIDO A:</b> Productores de banano, técnicos y personal encargado de los cultivos.	
<b>MODALIDAD:</b> La capacitación se llevará a cabo en línea, mediante video conferencias y tutoriales en línea, o presencial	
<b>INVERSIÓN:</b> El costo de la capacitación será de \$200 por persona, incluyendo el acceso a los materiales de entrenamiento en línea o en caso de ser presencial sería de \$300.	
<b>DURACIÓN:</b> La capacitación tendrá una duración de 6 horas, dividido en 3 sesiones de 2 horas cada una.	

**Tabla 17**  
*Capacitación en la gestión de la información*

<b>Plan de Capacitación propuesto</b>	
<b>Tipo:</b> capacitación en la gestión de la información	<b>PC-M01-004</b>
<b>OBJETIVO:</b>	
Proporcionar información y entrenamiento sobre la recopilación, análisis y uso de datos para mejorar la gestión de plagas y enfermedades en los cultivos de banano.	
<b>DIRIGIDO A:</b> Productores de banano, trabajadores agrícolas y personal encargado de la gestión de plagas y enfermedades en los cultivos.	
<b>MODALIDAD:</b> La capacitación se llevará a cabo en línea, mediante video conferencias y tutoriales en línea, o presencial	
<b>INVERSIÓN:</b> El costo de la capacitación será de \$300 por persona, incluyendo el acceso a los materiales de entrenamiento en línea o en caso de ser presencial sería de \$400.	
<b>DURACIÓN:</b> La capacitación tendrá una duración de 6 horas, dividido en 3 sesiones de 2 horas cada una.	

### **4.5.3 Creación de una red de productores**

Considerando que la innovación implica el análisis de las capacidades y recursos de las empresas dedicadas al cultivo de banano, se propone la creación de una red de productores que en la actualidad utilizan la agricultura de precisión para compartir experiencias y mejores prácticas. De esta manera, se logrará conocer y comprender la gestión de los cultivos por medio del uso de tecnologías de monitoreo avanzadas tales como sensores, drones y cámaras para detectar plagas y enfermedades en los cultivos de banano a una temprana etapa.

Es importante destacar que, para lograr la creación de esta red de productores, se llevarán a cabo las siguientes acciones:

- **Contacto directo con productores:** Se plantea buscar contactar directamente a los productores de banano que actualmente utilizan tecnologías de *Smart Farming*, ya sea a través de ferias y eventos del sector, o mediante la búsqueda de información en línea.
- **Creación de una plataforma en línea:** Se plantea crear una plataforma en línea donde los productores puedan registrarse y compartir información sobre sus experiencias y mejores prácticas.
- **Organización de eventos:** Se plantea organizar eventos periódicos donde los productores de la red puedan reunirse y compartir sus conocimientos y experiencias.

- Comunicación regular: Se propone establecer una comunicación regular con los miembros de la red a través de correo electrónico y redes sociales para mantenerlos informados sobre las últimas novedades y oportunidades de capacitación.

Aunque, no se cobrará ningún costo para los productores que se unan a la red, pero se les pedirá que compartan sus experiencias y mejores prácticas para ayudar a otros miembros de la red.

#### **4.5.4 Establecer redes de cooperación**

Con el fin de fomentar la cooperación entre productores, investigadores y expertos en tecnología agrícola, se propone establecer redes de cooperación que permitan compartir conocimientos y mejores prácticas por parte de los estudios previos que se han realizado, para así comprender la importancia del conocimiento y las mejores prácticas y estándares que la tecnología ofrece y lograr incrementar la productividad y eficiencia de los cultivos de banano como estrategia competitiva.

Para establecer las redes de cooperación se podría seguir los siguientes pasos:

- Identificar a los productores y expertos en tecnología agrícola interesados en participar en la red de cooperación. Esto se podría hacer mediante investigaciones de mercado, encuestas, entrevistas, entre otros.
- Crear una plataforma de comunicación y colaboración, ya sea en línea o en persona, donde los miembros de la red puedan compartir información, conocimientos y experiencias. Esta plataforma podría incluir foros de discusión, chats, videoconferencias, entre otros.
- Organizar eventos regulares, como talleres, seminarios y conferencias, para promover el intercambio de ideas y la discusión de mejores prácticas.
- Facilitar la colaboración entre los miembros de la red mediante el uso de herramientas tecnológicas, como el intercambio de datos a través de aplicaciones móviles, software de gestión de proyectos, entre otros.

- Monitorear y evaluar regularmente el rendimiento de la red de cooperación para garantizar que se cumplan los objetivos y para identificar áreas de mejora.

#### **4.5.5 Indicadores clave de rendimiento (KPI)**

Como parte de las estrategias de propuesta se plantea el establecimiento de indicadores clave de rendimiento (KPI), con el fin de que los responsables de la toma de decisiones en la gestión productiva logren evaluar el impacto de las tecnologías agrícolas relacionados con los beneficios de la economía agrícola, el medio ambiente y la mano de obra dentro de la granja. A continuación, se describe en la tabla 18 los indicadores planteados:

**Tabla 18**  
*Indicadores en función de los beneficios*

<b>Tipo de Beneficio</b>	<b>Indicador</b>
Económico	* Retorno al productor.
	* Retorno sobre la inversión tecnológica realizada.
	* Disminución en gastos por concepto de insumos.
Ambientales	* Análisis del ciclo de vida.
Eficiencia en el uso de recursos naturales	* Mejoramiento en las condiciones del suelo.
Liderazgo tecnológico	* Índice de competitividad.
Gestión del negocio	* Manejo de datos y oportunidad de las labores.

*Nota:* La tabla describe los principales indicadores en función de los beneficios de la implementación de tecnologías avanzadas en los cultivos.

Para establecer los indicadores clave de rendimiento (KPI), se llevará a cabo un análisis de las necesidades y objetivos de los productores, así como de las tendencias y mejores prácticas en el sector agrícola. Se establecerán metas claras y medibles para cada indicador y se establecerán mecanismos para recopilar y analizar los datos necesarios. En este sentido, se debe comunicar y compartir los KPI con los productores, por lo que se plantea utilizar diversos métodos, tales como:

- Reuniones regulares en las que se presenten y discutan los resultados y se establezcan acciones para mejorar los indicadores.
- Creación de una plataforma en línea donde los productores puedan acceder a los KPI en tiempo real y realizar comparaciones con otros productores o con las metas establecidas.
- Desarrollo de un sistema de alertas automatizadas para informar a los productores sobre cualquier desviación significativa en los indicadores.

Además, se establecerán mecanismos de retroalimentación para que los productores puedan proporcionar comentarios y sugerencias para mejorar los KPI, y se promoverá la colaboración entre los productores para compartir soluciones y mejores prácticas relacionadas con el logro de los KPI.

Una vez descrito las estrategias propuestas se procede a describir el plan de acción con cada una de las actividades, tiempo y responsables, requeridos para lograr la implementación de la propuesta descrita, como se presenta en la tabla 19:

**Tabla 19**  
*Plan de Acción propuesto*

Estrategia	Responsable	Duración	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
Evaluar los recursos y capacidades de la empresa para la implementación del método de <i>Smart Farming</i> la agricultura de precisión para la gestión de cultivos.	Coordinadores	3 semanas				
Desarrollar planes de capacitación y formación del personal operativo relacionados con el proceso productivo de banano.	Gerentes del área	3 meses				
Planificar la creación de una red de productores que en la actualidad utilizan la agricultura de precisión para compartir experiencias y mejores prácticas.	Gerentes del área	2 semanas				
Fomentar la cooperación entre productores, investigadores y expertos en tecnología agrícola, con el fin de establecer redes de cooperación para compartir conocimientos y mejores prácticas.	Gerentes del área	2 semanas				
Establecer indicadores clave de rendimiento (KPI), con el fin de que los responsables de la toma de decisiones en la gestión productiva logren evaluar el impacto de las tecnologías agrícolas	Gerentes del área	2 semanas				

*Nota:* La tabla describe cada una de las estrategias propuestas.

Basado en las estrategias planteadas en relación a la propuesta, se destacan los gastos que se consideran necesarios para la respectiva implementación. A continuación, se observa dichos costos desde la tabla 20 hasta la tabla 24:

**Tabla 20**  
*Inversión de capacitación técnica*

N°	Descripción	Cantidad	Valor Mensual	Total
1	Capacitación Técnica en línea (por persona)	1	\$150	\$150
2	Capacitación Técnica presencial (por persona)	1	\$250	\$250

*Nota:* Valor unitario expresado en dólares  
Autor: Elaboración Propia

**Tabla 21***Inversión de capacitación en el uso de tecnologías Smart Farming*

N°	Descripción	Cantidad	Valor Mensual	Total
1	Capacitación en línea (por persona)	1	\$200	\$200
2	Capacitación presencial (por persona)	1	\$300	\$300

*Nota:* Valor unitario expresado en dólares

Autor: Elaboración Propia

**Tabla 22***Inversión de capacitación en la gestión de la información*

N°	Descripción	Cantidad	Valor Mensual	Total
1	Capacitación en línea (por persona)	1	\$300	\$300
2	Capacitación presencial (por persona)	1	\$400	\$400

*Nota:* Valor unitario expresado en dólares

Autor: Elaboración Propia

**Tabla 23***Inversión de planificación de equipos de trabajo*

N°	Descripción	Cantidad	Valor Mensual	Total
1	Planificación de los equipos de trabajo para la creación de una red de productores (refrigerios y material de oficina varios)	1	\$100	\$100

*Nota:* Valor unitario expresado en dólares

Autor: Elaboración Propia

**Tabla 24***Inversión de planificación de redes de cooperación*

N°	Descripción	Cantidad	Valor Mensual	Total
1	Planificación de los equipos de trabajo para las redes de cooperación, suscripción a Zoom, foros de discusión, chats, videoconferencias	1	\$20	\$20

*Nota:* Valor unitario expresado en dólares

Autor: Elaboración Propia

## CONCLUSIONES

La presente tesis buscó diseñar una propuesta para la implementación de métodos *Smart Farming* en el sector bananero en Ecuador, con el objetivo de contribuir en el control, detección, gestión y erradicación de plagas y enfermedades. Los objetivos específicos permitieron definir las teorías y conceptos en los cuales se basó la investigación, además se logró establecer la metodología de investigación para identificar los métodos de *Smart Farming* eficaces, conocer los factores que afectan a la producción de banano en Ecuador e identificar estrategias para promover y educar a los productores de banano sobre los beneficios y la implementación de métodos de *Smart Farming* en Ecuador. De esta manera, se logró diseñar una propuesta para definir estrategias de control eficaces en la detección, gestión y erradicación de plagas y enfermedades en Ecuador que permitan dar a conocer la información a los productores de banano, para minimizar los desperdicios y maximizar la productividad en los cultivos a través de la utilización de métodos *Smart Farming* en el sector bananero del país.

Los resultados de la encuesta mostraron que el 75% de los encuestados son hombres productores de banano, el 55% tienen estudios de primaria, el 46% tienen entre 41 y 60 años, el 59% ganan un sueldo menor a \$450, el 73% están de acuerdo en que si posee accesibilidad a equipos o maquinaria para el uso de tecnología en la producción del sector bananero, el 74% están en desacuerdo en que han participado en cursos o formación relacionada con el uso de tecnología en la producción del sector bananero, el 70% están de acuerdo en cómo percibe el uso de tecnologías de agricultura inteligente en su práctica agrícola diaria y el 64% cree que el uso de tecnologías de agricultura inteligente ayudaría a mejorar el rendimiento de su producción. Estos resultados sugieren que existe un gran potencial para el uso de métodos *Smart Farming* en el sector bananero en Ecuador, pero también se requiere una mayor educación y promoción para aumentar la comprensión y el acceso a estas tecnologías por parte de los productores de banano.

## RECOMENDACIONES

En el presente apartado se describen las recomendaciones propuestas relacionadas con el tema en estudio:

Se recomienda para investigaciones futura continuar investigando para evaluar los recursos y capacidades de las empresas para la implementación del método de *Smart Farming* denominado agricultura de precisión para la gestión de cultivos en el sector bananero en Ecuador, con el objetivo de mejorar la eficacia de estas tecnologías y desarrollar nuevos métodos para controlar plagas y enfermedades en los cultivos de banano.

Como recomendación para el gobierno o autoridades se sugiere brindar apoyo financiero y educativo a los productores de banano, por medio del desarrollo de planes de capacitación y formación del personal operativo relacionados con el proceso productivo de banano para mejorar la eficiencia en la gestión de plagas y enfermedades y facilitar el acceso y la comprensión de las tecnologías de agricultura inteligente.

Finalmente, se recomienda a la comunidad o beneficiarios de la investigación que la comunidad de productores de banano participe en programas de formación y educación sobre el uso de tecnologías de agricultura inteligente para mejorar su comprensión y acceso a estas tecnologías, con el fin de fomentar la cooperación entre productores, investigadores y expertos en tecnología agrícola para establecer redes de cooperación para compartir conocimientos y mejores prácticas.

## REFERENCIAS

- Abbasi, R., Martínez, P., & Ahmad, R. (2022). The digitization of agricultural industry – a systematic literature review on agriculture 4.0. *Smart Agricultural Technology*, 2(1), 1-24.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100042>
- Agrocalidad. (2016). *Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario*.  
Obtenido de [https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2022/06/DAJ-202225A-0201.0105.pdf?fbclid=IwAR30fcIgN6EZhsZ8th5s\\_4khzum7Ssw2FVSGs2SorclMSrfeBO9WjWZaBxM](https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2022/06/DAJ-202225A-0201.0105.pdf?fbclid=IwAR30fcIgN6EZhsZ8th5s_4khzum7Ssw2FVSGs2SorclMSrfeBO9WjWZaBxM)
- Alzate, S., Díaz, Á., Flórez, E., & Grande, C. (2021). Recovery of Banana Waste-Loss from Production and Processing: A Contribution to a Circular Economy. *Molecules*, 26(17), 1-30. doi:10.3390/molecules26175282
- Balafoutis, A., Van, F., & Fountas, S. (2020). Smart Farming Technology Trends: Economic and Environmental Effects, Labor Impact, and Adoption Readiness. *Agronomy*, 10(5), 1-25. doi:10.3390/agronomy10050743
- Boza, S., Herrera, X., Reyes, P., & Silva, A. (2021). Sistemas de innovación agrícola situación actual. *Revista Científica ECOCIENCIA*, 8(1), 237-254. Obtenido de <https://revistas.ecotec.edu.ec/index.php/ecociencia/article/download/647/398/1700>
- CEPAL. (2021). *Comisión Económica para América Latina y el Caribe*. Obtenido de Digitalización y cambio tecnológico en las mipymes agrícolas y agroindustriales en América Latina:  
[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46965/4/S2100283\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46965/4/S2100283_es.pdf)
- Cevallos, R., Toro, R., & Cedeño, M. (2020). Aplicación de la teoría de restricciones (TOC) en un proceso de fabricación. *Journal Business Science*, 1(1), 13-24.  
Obtenido de [https://revistas.uleam.edu.ec/index.php/business\\_science/article/view/25](https://revistas.uleam.edu.ec/index.php/business_science/article/view/25)

- Dhanaraju, M., Chenniappan, P., Ramalingam, K., Pazhanivelan, S., & Kaliaperumal, R. (2022). Smart Farming: Internet of Things (IoT)-Based Sustainable Agriculture. *Agriculture*, 12(10), 1-10.  
doi:<https://doi.org/10.3390/agriculture12101745>
- ECOLEX. (2014). *Derecho ambiental*. Obtenido de Acuerdo N° 365 Reglamento Interministerial para el saneamiento ambiental agrícola:  
<https://www.ecolex.org/es/details/legislation/acuerdo-no-365-reglamento-interministerial-para-el-saneamiento-ambiental-agricola-lex-faoc162538/>
- Espinosa, M., Carvajal, V., & Pesantez, J. (2021). Teoría evolucionista enfocada en la revolución tecnológica y paradigma tecno-económico. *Dilemas contemporáneos: Educación, política y valores*, 8(3), 1-17. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-78902021000500002&script=sci\\_arttext\\_plus&tlng=es](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-78902021000500002&script=sci_arttext_plus&tlng=es)
- FAO. (2019). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de Compendio estadístico sobre el banano:  
<https://www.fao.org/3/cb0466es/cb0466es.pdf>
- FAO. (2021). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de Iniciativas Regionales de la FAO para Latinoamérica: <https://eird.org/ran-sendai-2016/presentaciones-evento-paralelo/documentos-de-interes/Inicitivas-regionales-FAO-America-Latina-y-Caribe.pdf>
- Fouad, Z., & Ragab, H. (2022). Applications and Challenges of Smart Farming for Developing Sustainable Agriculture. *Environment Biodiversity and Soil Security*, 6(1), 81-90. doi:10.21608/JENVBS.2022.135889.1175
- Galarza, J., & Balladares, W. (2021). *Agricultura inteligente y el uso de IoT para su implementación en cultivos de banano*. (Tesis de Pregrado), Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/52244/1/B-CINT-PTG-N.%20601%20Galarza%20Yoza%20Jord%c3%a1n%20Michael%20.%20Balladares%20Fuentes%20Washington%20Steeven.pdf>

- García, Y., & Sorhegui, R. (2020). La teoría de los recursos y capacidades como fundamento metodológico para el estudio de la gestión de la innovación empresarial. *Revista Científica ECOCIENCIA*, 7(1), 1-15.  
doi:<https://doi.org/10.21855/ecociencia.70.304>
- Herbas, B., & Gonzales, E. (2018). Metodología científica para la realización de investigaciones de mercado e investigaciones sociales cuantitativas. *Revista Perspectivas.*, 21(42), 123-160. Obtenido de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1994-37332018000200006&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1994-37332018000200006&lng=es&nrm=iso) DOI: <https://bit.ly/doi-org-10-1994-3-73325>
- Hoyos, W., Ojeda, A., Solano, A., Rambauth, G., & Barrios, A. (2022). Precision Agriculture and Sensor Systems Applications in Colombia. *Sensors*, 22(19), 1-23. doi:10.3390/s22197295
- Idoje, G., Dagiuklas, T., & Iqbal, M. (2021). Survey for smart farming technologies: Challenges and issues. *Computers & Electrical Engineering*, 92(1), 1-14.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2021.107104>
- LECPCB. (2011). Obtenido de Normativa que regula el sector bananero y demás musáceas.: <https://www.gob.ec/regulaciones/ley-estimular-controlar-produccion-comercializacion-banano-platano-barraganete-otras-musaceas-afines-destinadas-exportacion>
- LGA. (2004). *Ley de Gestión Ambiental*. Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-GESTION-AMBIENTAL.pdf>
- Lytos, A., Lagkas, T., Sarigiannidis, P., Zervakis, M., & Livanos, G. (2020). Towards smart farming: Systems, frameworks and exploitation of multiple sources. *Computer Networks*, 17(2), 1-14.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.comnet.2020.107147>
- Martínez, E., & Esparza, L. (2021). Teorías de Sistemas Complejos. *Intersticios Sociales*, 21(1), 373-398. Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-49642021000100373](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-49642021000100373)

- Miranda, F., Garzón, V., Carvajal, H., & Rentería, J. (2022). Análisis de la producción y exportaciones del sector bananero ecuatoriano en el periodo 2010 - 2020. *Polo del Conocimiento*, 7(8), 650-664. doi:10.23857/pc.v7i8
- Mohamed, E., Belal, A., Abd, S., & Mohammed, S. (2021). Smart farming for improving agricultural management. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 24(3), 971-981.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2021.08.007>
- Monteiro, A., Santos, S., & Goncalves, P. (2021). Precision Agriculture for Crop and Livestock Farming—Brief Review. *Animals*, 11(8), 1-18.  
doi:<https://doi.org/10.3390/ani11082345>
- Moysiadis, V., Sarigiannidis, P., Vitsas, V., & Khelifi, A. (2021). Smart Farming in Europe. *Computer Science Review*, 39(1), 1-22.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2020.100345>
- MPCEIP. (2017). *Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca*. Obtenido de Informe Sector Bananero Ecuatoriano:  
<https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/Informe-sector-bananero-esp%C3%B1ol-04dic17.pdf>
- O'Shaughnessy, S., Kim, M., Lee, S., Kim, Y., Kim, H., & Shekailo, J. (2021). Towards smart farming solutions in the U.S. and South Korea: A comparison of the current status. *Geography and Sustainability*, 2(4), 312-327.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.geosus.2021.12.002>
- PND. (2021). *Plan Nacional de Desarrollo*. Obtenido de <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-10/Plan%20Nacional%20de%20Desarrollo%20Toda%20Una%20Vida%20017%20-%202021.pdf>
- Quevedo, L. (2019). Aproximación crítica a la teoría económica propuesta por Schumpeter. *Revista Investigación y Negocios*, 12(20), 55-60. Obtenido de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2521-27372019000200006#:~:text=El%20desarrollo%20econ%C3%B3mico%20de%20Schumpeter,los%20Factores%20T%C3%A9cnicos%20y%20Sociales.](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2521-27372019000200006#:~:text=El%20desarrollo%20econ%C3%B3mico%20de%20Schumpeter,los%20Factores%20T%C3%A9cnicos%20y%20Sociales.)

- Rivera, E., Mañay, E., Chilibingua, M., Baldeón, P., & Toasa, R. (2022). LoRa Network-Based System for Monitoring the Agricultural Sector in Andean Areas: Case Study Ecuador. *Sensors*, 22(18), 1-24.  
doi:<https://doi.org/10.3390/s22186743>
- Saiz, V., & Rovira, F. (2020). From Smart Farming towards Agriculture 5.0: A Review on Crop Data Management. *Agronomy*, 10(2), 1-21.  
doi:<https://doi.org/10.3390/agronomy10020207>
- Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (Quinta Edición ed.). México: Mc Graw Hill.
- Tobar, B., & Moran, M. (2022). Agricultura de precisión y su análisis en la implementación en el Ecuador. *Dialnet*, 15(6), 54-69. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8590742>
- Urbizagástegui, R. (2019). El modelo de difusión de innovaciones. *Revista Palabra Clave*, 9(1), 1-10. doi:<https://doi.org/10.24215/18539912e071>
- Urdaneta, A., Borgucci, E., & Jaramillo, B. (2021). Crecimiento económico y la teoría de la eficiencia dinámica. *Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 11(21), 93-116. doi:<https://doi.org/10.17163/ret.n21.2021.06>
- Vera, N., De Pablos, C., & Bermejo, J. (2020). Incidencia de los costos de transacciones en las microempresas informales. *Revista Académica Gente Clave*, 4(1), 62-87. Obtenido de <https://revistas.ulatina.edu.pa/index.php/genteclave/article/view/119>
- Vite, H., Valencia, J., & Carvajal, H. (2020). Big Data e internet de las cosas en la producción de banano orgánico. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(4), 192-200. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202020000400192#:~:text=ART%C3%8DCULO%20ORIGINAL-,Big%20Data%20e%20internet%20de%20las%20cosas%20en%20la%20producci%C3%B3n%20de%20banano%20org%C3%A1nico,-Big%20Data%20and](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202020000400192#:~:text=ART%C3%8DCULO%20ORIGINAL-,Big%20Data%20e%20internet%20de%20las%20cosas%20en%20la%20producci%C3%B3n%20de%20banano%20org%C3%A1nico,-Big%20Data%20and)

Yarzabal, L., & Chica, E. (2021). Technologies for Improving Smallholder Agriculture in the Ecuadorian Andes: Current Situation, Challenges, and Prospects. *Front. Sustain. Food Syst*, 5(1), 1-8.  
doi:<https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.617444>

## GLOSARIO

**Accesibilidad equipos o maquinaria:** Es la facilidad con la que se tiene acceso a los equipos o maquinaria necesarios para llevar a cabo una tarea. Esto puede incluir la disponibilidad de los equipos, su costo y su facilidad de uso.

**Acceso a crédito:** Es la facilidad con la que se tiene acceso a préstamos o financiamiento para proyectos o iniciativas. Esto puede incluir el acceso a préstamos bancarios, tarjetas de crédito, inversionistas, entre otros.

**Actitud hacia la adopción de tecnología:** Es la disposición de una persona o grupo hacia la incorporación de nuevas tecnologías en su vida o trabajo. Esto puede incluir consideraciones como el interés, la confianza, el miedo, el costo, entre otros. La actitud puede ser positiva o negativa hacia la adopción de la tecnología.

**Capacitación:** Es el proceso de adquirir habilidades y conocimientos para desempeñar una tarea o función. Esto puede incluir capacitación en habilidades técnicas, en liderazgo, en habilidades blandas, entre otros.

**Estado económico:** Es el estado actual de la economía de un país o región. Esto puede incluir el crecimiento económico, el desempleo, el nivel de inflación, el comercio, entre otros.

**Factores Psicosociales:** Son las condiciones psicológicas y sociales que influyen en el comportamiento de una persona o grupo. Esto puede incluir la percepción, las actitudes, las creencias, entre otros.

**Factores socioeconómicos:** Son las condiciones sociales y económicas que influyen en el desarrollo de una región o comunidad. Esto puede incluir el nivel educativo, el empleo, el ingreso, el acceso a servicios básicos, entre otros.

**Participación en cursos:** Es la asistencia a clases o talleres para adquirir conocimientos o habilidades específicas. Esto puede incluir cursos en línea, talleres presenciales, programas de capacitación, entre otros.

**Percepción agrícola:** Es la manera en que una persona o comunidad percibe y valora la agricultura. Esto puede incluir la importancia económica, cultural y social de la agricultura.

**Uso de Plaguicidas:** Es el empleo de productos químicos para controlar plagas en la agricultura. Esto puede incluir pesticidas, herbicidas y fungicidas.

**Viabilidad de prácticas agrícolas:** Es la capacidad de llevar a cabo una práctica agrícola de manera sostenible y rentable. Esto puede incluir consideraciones como el costo, la eficiencia, la sostenibilidad ambiental, entre otros.

## APÉNDICES

### Apéndice A Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	VARIABLES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>¿Cómo pueden los métodos de <i>Smart Farming</i> contribuir al control, detección, gestión y erradicación de plagas y enfermedades en el sector bananero en Ecuador?</p>	<p>Diseñar una propuesta para la implementación de métodos <i>Smart Farming</i> para su contribución en el control, detección, gestión y erradicación de plagas y enfermedades en el sector bananero en Ecuador.</p>	<p>Variable Independiente: Utilización de Métodos de <i>Smart Farming</i></p> <p>Variable Dependiente: Producción del sector bananero</p>	Ordinal
Problemas Específicos	Objetivos Específicos		
<p>¿Cuáles son las teorías y conceptos en los cuales se basa la presente investigación?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir las teorías, conceptos en los cuales se basa la presente investigación.</li> </ul>		
<p>¿Cuál es la metodología de la investigación para identificar los métodos de <i>Smart Farming</i> eficaces en la detección temprana de plagas y enfermedades en la producción de banano en Ecuador?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer la metodología de la investigación para identificar los métodos de <i>Smart Farming</i> eficaces en la detección temprana de plagas y enfermedades en la producción de banano en Ecuador.</li> </ul>		
<p>¿Cuáles son los principales plagas y enfermedades que afectan a la producción de banano en Ecuador y cómo pueden ser controladas mediante métodos de <i>Smart Farming</i>?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer las principales plagas y enfermedades que afectan a la producción de banano en Ecuador y evaluar las estrategias de control mediante métodos de <i>Smart Farming</i>.</li> </ul>		

¿Cómo se puede promover y educar a los productores de banano sobre los beneficios y la implementación de métodos de *Smart Farming* en Ecuador?

¿Cómo se puede promover y educar a los productores de banano sobre los beneficios y la implementación de control eficaces en la, detección, gestión y erradicación de plagas y enfermedades en Ecuador que permitan minimizar los desperdicios y maximizar la productividad en los cultivos a través de la utilización de métodos Smart Farming en el sector bananero del país?

· Identificar estrategias para promover y educar a los productores de banano sobre los beneficios y la implementación de métodos de *Smart Farming* en Ecuador.

Presentar la propuesta para definir estrategias para promover y educar a los productores de banano sobre los beneficios y la implementación de control eficaces en la, detección, gestión y erradicación de plagas y enfermedades en Ecuador que permitan minimizar los desperdicios y maximizar la productividad en los cultivos a través de la utilización de métodos Smart Farming en el sector bananero del país.

---

## Apéndice B Instrumento

### ENCUESTA

Estimados(a) participantes:

El presente cuestionario tiene como propósito recabar información con la finalidad de diseñar una propuesta sobre la implementación de métodos *Smart Farming* para su contribución en el control, detección, gestión y erradicación de plagas y enfermedades en el sector bananero en Ecuador. Este cuestionario consta de 10 preguntas cerradas de múltiples opciones, que abarca un rango entre Muy en desacuerdo (1), En desacuerdo (2), Neutral (3), De acuerdo (4) y Muy de acuerdo (5). Al leer cada una de ellas, seleccione una única respuesta que sea más fidedigna y confiable basada en su opinión.

*¡Muchas gracias, por su valiosa colaboración!*

**Género del participante:** Femenino \_\_\_\_\_ Masculino \_\_\_\_\_

**Edad del participante:** Hasta 20 años \_\_ De 21 a 40 años \_\_ De 41 a 60 años \_\_ De 62 a 80 años \_\_ De 81 en adelante \_\_

**Nivel de educación:** Sin estudios: \_\_ Técnico: \_\_ Ingeniería: \_\_ Magister: \_\_ Doctor: \_\_

**Ingresos mensuales:** Menos de \$ 450 \_\_ Entre \$450 y \$600 \_\_ Entre \$600 y \$900 \_\_ Mas de \$1000 \_\_

1. ¿Considera usted que posee accesibilidad a equipos o maquinaria para el uso de tecnología en la producción del sector bananero?

- a) Muy en desacuerdo \_\_\_\_\_
- b) En desacuerdo \_\_\_\_\_
- c) Neutral \_\_\_\_\_
- d) De acuerdo \_\_\_\_\_
- e) Muy de acuerdo \_\_\_\_\_

2.- ¿Ha participado en cursos o formación relacionada con el uso de tecnología en la producción del sector bananero?

- a) Muy en desacuerdo \_\_\_\_\_
- b) En desacuerdo \_\_\_\_\_
- c) Neutral \_\_\_\_\_
- d) De acuerdo \_\_\_\_\_
- e) Muy de acuerdo \_\_\_\_\_

3.- ¿Cómo percibe usted el uso de tecnologías de agricultura inteligente en su práctica agrícola diaria?

- a) Muy en desacuerdo \_\_\_\_\_
- b) En desacuerdo \_\_\_\_\_
- c) Neutral \_\_\_\_\_

- d) De acuerdo \_\_\_\_
- e) Muy de acuerdo \_\_\_\_

4. ¿Percibe usted que el uso de tecnologías de agricultura inteligente es beneficioso en comparación con las prácticas agrícolas tradicionales?

- a) Muy en desacuerdo \_\_\_\_
- b) En desacuerdo \_\_\_\_
- c) Neutral \_\_\_\_
- d) De acuerdo \_\_\_\_
- e) Muy de acuerdo \_\_\_\_

5. ¿Cómo calificaría su actitud hacia la adopción de tecnologías de agricultura inteligente en su práctica agrícola?

- a) Muy en desacuerdo \_\_\_\_
- b) En desacuerdo \_\_\_\_
- c) Neutral \_\_\_\_
- d) De acuerdo \_\_\_\_
- e) Muy de acuerdo \_\_\_\_

6. ¿Conoce las regulaciones y requisitos legales que existen en su zona para el uso de tecnologías de agricultura inteligente?

- a) Muy en desacuerdo \_\_\_\_
- b) En desacuerdo \_\_\_\_
- c) Neutral \_\_\_\_
- d) De acuerdo \_\_\_\_
- e) Muy de acuerdo \_\_\_\_

7. ¿Considera usted beneficioso el uso de tecnologías de agricultura inteligente en su práctica agrícola?

- a) Muy en desacuerdo \_\_\_\_
- b) En desacuerdo \_\_\_\_
- c) Neutral \_\_\_\_
- d) De acuerdo \_\_\_\_
- e) Muy de acuerdo \_\_\_\_

8. ¿Considera usted que el uso de tecnologías de agricultura inteligente puede sustituir el uso de plaguicidas en los cultivos de banano?

- a) Muy en desacuerdo \_\_\_\_
- b) En desacuerdo \_\_\_\_
- c) Neutral \_\_\_\_
- d) De acuerdo \_\_\_\_
- e) Muy de acuerdo \_\_\_\_

9. ¿Considera usted que se dispone de los medios para lograr una capacitación que promueva el conocimiento de agricultura inteligente entre los productores de banano?

- a) Muy en desacuerdo \_\_\_\_
- b) En desacuerdo \_\_\_\_
- c) Neutral \_\_\_\_
- d) De acuerdo \_\_\_\_
- e) Muy de acuerdo \_\_\_\_

10. ¿Considera usted que los productores de banano tienen acceso a créditos para invertir en tecnología de agricultura inteligente?

- a) Muy en desacuerdo \_\_\_\_
- b) En desacuerdo \_\_\_\_
- c) Neutral \_\_\_\_
- d) De acuerdo \_\_\_\_
- e) Muy de acuerdo \_\_\_\_



## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Nosotros, **Bernardi Jungbluth, Giovanni Renato** con C.C: # 0925258212 y **Morejón Benalcázar, Alejandro José** con C.C: # 0923995294 autores del trabajo de titulación: **Propuesta para la utilización de métodos de *Smart Farming* en el sector bananero en Ecuador**, previo a la obtención del título de **Licenciado en Comercio Exterior** 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, 09 de febrero del 2023**

**Bernardi Jungbluth, Giovanni Renato**  
C.C: 0925258212

**Morejón Benalcázar, Alejandro José**  
C.C:0923995294



## REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Propuesta para la utilización de métodos de <i>Smart Farming</i> en el sector bananero en Ecuador.		
AUTOR(ES)	Bernardi Jungbluth, Giovanni Renato Morejón Benalcázar, Alejandro José		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Rodríguez Bustos, Andrea Johana Mgs		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Economía y Empresa		
CARRERA:	Comercio Exterior		
TÍTULO OBTENIDO:	Licenciado en Comercio Exterior		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	9 de febrero del 2023	No. DE PÁGINAS:	76
ÁREAS TEMÁTICAS:	Agricultura Inteligente, TIC, Cultivo de banano, Control agrícola, Innovación.		
PALABRAS CLAVE/ KEYWORDS:	Agricultura Inteligente, TIC, Cultivo de banano, Control agrícola, Innovación.		
<p><b>RESUMEN/ABSTRACT:</b> El objetivo general de la presente investigación se enfocó en diseñar una propuesta para la implementación de métodos <i>Smart Farming</i> para su contribución en el control, detección, gestión y erradicación de plagas y enfermedades en el sector bananero en Ecuador. En relación a la metodología, se aplicó el enfoque cuantitativo, el método inductivo y un diseño no experimental, además se aplicó una encuesta por medio del uso del cuestionario. Se concluyó que, entre los métodos enfocados en el <i>Smart Farming</i> para la detección, gestión y erradicación de plagas y enfermedades en el sector bananero del Ecuador se plantea la agricultura de precisión, que permitirá minimizar la cantidad de recursos empleados en los procesos productivos en el cultivo de banano. Los resultados de la investigación sugieren que existe un gran potencial para el uso de métodos <i>Smart Farming</i> en el sector bananero en Ecuador, pero también se requiere una mayor educación y promoción para aumentar la comprensión y el acceso a estas tecnologías por parte de los productores de banano.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTORES:	Teléfono: 0985206898-0989798613	E-mail: <a href="mailto:giovanni.bernardi@cu.ucsg.edu.ec">giovanni.bernardi@cu.ucsg.edu.ec</a> <a href="mailto:alejandro.morejon@cu.ucsg.edu.ec">alejandro.morejon@cu.ucsg.edu.ec</a>	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN	Nombre: Ing. Mónica Echeverría Bucheli, Mgs.		
	Teléfono: PBX: 043804600 o call center: 2222024, 2222025 ext. 5021, 5129		
	E-mail: <a href="mailto:monica.echeverria@cu.ucsg.edu.ec">monica.echeverria@cu.ucsg.edu.ec</a>		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			