



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y
VETERINARIA
CARRERA DE AGRONOMÍA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente Práctico del examen de Carácter Complexivo,
Presentado al H. Consejo directivo de la Facultad, como requisito
previo para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Innovaciones tecnológicas en agroecosistemas de banano (*Musa*
AAA) en el litoral ecuatoriano”.

AUTOR:

Jonathan Jacinto Sánchez Rodríguez

TUTOR:

Ing. Agr. Oscar Guido Caicedo Camposano, Ph.D.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2024

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es exponer información sobre las innovaciones tecnológicas en los agroecosistemas de banano (*Musa AAA*) en el litoral ecuatoriano. Distintas fuentes de información nos dicen que el producción y exportación de banano es una de las actividades agrícolas más importantes en la región suramericana. Inclusive, desde hace unos 25 años, nuestro país es líder en su exportación, con el 26 % del comercio mundial. La continua tecnificación de sus procesos sigue adelante. Las innovaciones tecnológicas en el cultivo de banano es un proceso que busca mejorar la productividad mediante el uso de nuevas tecnologías. Y ello ha permitido optimizar el rendimiento de cultivo en temas como productividad y sustentabilidad económica. Los agricultores pueden utilizar estas herramientas para obtener una mejor comprensión de sus cultivos y para identificar áreas de mejora y oportunidades de crecimiento. Entre otros métodos tenemos la utilización de drones y de software especializados para realizar manejos agronómicos de los cultivos de banano lo que permite tenerlos monitoreados todo el tiempo. El uso de balanzas digitales que permiten el peso correcto de la fruta y cajas al momento de la exportación.

Palabras claves: Innovación, tecnología, cultivo, agroecosistemas y producción.

SUMMARY

The objective of this work is to present information about technological innovations in banana (*Musa AAA*) agroecosystems on the Ecuadorian coast. Different sources of information tell us that the production and export of bananas is one of the most important agricultural activities in the South American region. In fact, for about 25 years, our country has been a leader in its exports, with 26% of world trade. The continuous modernization of its processes continues. Technological innovations in banana cultivation are a process that seeks to improve productivity through the use of new technologies. And this has made it possible to optimize crop performance in issues such as productivity and economic sustainability. Farmers can use these tools to gain a better understanding of their crops and to identify areas for improvement and growth opportunities. Among other methods, we have the use of drones and specialized software to carry out agronomic management of banana crops, which allows them to be monitored at all times. The use of digital scales that allow the correct weight of the fruit and boxes at the time of export.

Keywords: Innovation, technology, cultivation, agroecosystems and production.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	II
SUMMARY	III
1. CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4. OBJETIVOS.....	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos	3
1.5. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	3
2. DESARROLLO	4
2.1. MARCO CONCEPTUAL.....	4
2.1.1. Origen del cultivo de banano.	4
2.1.2. Taxonomía del cultivo de banano.	4
2.1.3. Morfología del cultivo de banano	5
2.1.4. Agroecosistemas	6
2.1.5. Conceptualización innovaciones tecnológicas.....	6
2.1.6. Innovaciones agrícolas en cultivo de banano	6
2.1.9. La fertirrigación en el cultivo de banano	8
2.1.11. Sensores remotos para mejorar la producción del cultivo de banano. 9	
2.1.12. Drones.....	9

2.2.	MARCO METODOLÓGICO	11
2.2.1.	MÉTODO:.....	11
2.2.2.	METODOLOGÍA.....	12
2.3.	RESULTADOS	12
2.4.	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	13
3.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	14
3.1.	CONCLUSIONES.....	14
3.2.	RECOMENDACIONES	14
4.	REFERENCIAS Y ANEXOS	15
4.1.	REFERENCIAS	15
4.2.	ANEXOS.....	19
	Imagen 1. Curva de adopción de la tecnología	19
	Imagen 2. Fertirriego y riego por goteo.....	19
	Imagen 3. Sistema de software en la empresa Agrosoft.....	19
	Imagen 4. Balanza electrónica xr3000id.....	20
	Imagen 5. Dron en el cultivo de banano	20

1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de banano (*Musa AAA*), se encuentra entre los cultivos más antiguos del mundo. Los agricultores han domesticado a sus ancestros durante siglos. De hecho, “la domesticación de las Musáceas comenzó hace 7,000 años en el sureste asiático (Martínez 2021).

En la actualidad, el cultivo de banano es el primer producto globalizado del mundo moderno y sigue siendo una de las frutas más exportada, consumidas y uno de los principales productos que conforman el movimiento diario en el mercado internacional (INIAP 2020).

Las exportaciones del cultivo de banano en el Ecuador acumuladas de enero a mayo de 2023, se ubicaron en 162,83 millones de cajas, un 2,6 % superior a lo exportado en el mismo periodo de 2022, según lo reportado por la Asociación de Comercialización y Exportación de Banano de Ecuador (Bustos 2023).

La innovación digital también está impulsando el uso de métodos de información geográfica (GIS) y la analítica de datos en la producción de banano. Los agricultores pueden manipular estas herramientas para obtener una mejor comprensión de sus cultivos y para identificar áreas de mejora y oportunidades de crecimiento (Bustamante 2023).

El uso de drones es una buena alternativa de Innovación tecnológica en agroecosistemas de banano (*Musa AAA*) en el litoral ecuatoriano. Debido a que permite realizar fumigaciones precisas y el cual permite mejorar el rendimiento de los cultivos de bananos (Guanoluisa 2024).

La implementación de tecnologías como sistemas de riego inteligente, monitoreo remoto, sistema de software, balanza digital y el uso eficiente de fertilizantes, así como prácticas agrícolas de cultivo innovadoras y otros, ha demostrado ser fundamental para optimizar la producción de banano y minimizar los impactos negativos en el medio ambiente. Estas innovaciones tecnológicas no

solo buscan aumentar la rentabilidad de los productores, sino también preservar los recursos naturales y reducir la huella ambiental asociada a la producción de banano (FAO 2022).

La utilización de un nuevo software agrícola inteligente Banaxass que se introduce al mercado. Este permite controlar la productividad de los cultivos de banano, generando eficiencia en el método de siembra y sus costos. Proviene de Agrosoft, la primera empresa guayaquileña especializada en desarrollo de software para empresas agrícolas (InfoAgro 2018).

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro de los agroecosistemas de banano (*Musa AAA*) en el litoral ecuatoriano, se nota una fuerte dependencia de labores agrícolas convencionales en los que el uso excesivo de insumos externos en la finca causa efectos negativos en la preservación del medio ambiente, productividad eficiente y la rentabilidad a largo plazo.

La baja adopción de nuevas tecnologías por parte de los productores bananeros en el litoral ecuatoriano se ha convertido en una barrera para mejorar el manejo sostenible de los agroecosistemas de banano. Esta situación plantea grandes desafíos para conservación del suelo, el uso eficiente de agua, el control de plagas y enfermedades y la maximización del rendimiento, y se necesitan soluciones innovadoras y tecnológicas para promover la sostenibilidad y la competitividad de la industria bananera.

1.3. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación bibliográfica sobre Innovación tecnológicas en agroecosistemas de banano (*Musa AAA*) en el litoral ecuatoriano, se considera una de las alternativas de gran impacto sobre los agricultores bananeros para mejorar la producción bananera, debido a que estas alternativas permitan realizar modernos métodos de control y monitoreo en el cultivo de banano, para aumentar su potencial productivo.

La adopción de prácticas agrícolas sostenibles, respaldadas por la tecnología moderna, puede reducir el impacto ambiental en los agroecosistemas del banano. Esto incluye el uso eficiente de agua y energía, las innovaciones tecnológicas pueden contribuir a mejorar la calidad del banano, lo que es esencial tanto para consumo local como para la exportación.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

- Identificar las Innovación tecnológicas en agroecosistemas de banano (*Musa AAA*) en el litoral ecuatoriano.

1.4.2. Objetivos específicos

- Describir las nuevas alternativas tecnológicas en agroecosistemas bananero.
- Determinar la importancia del uso de las tecnologías innovadoras en los agroecosistemas de banano (*Musa AAA*) en el litoral ecuatoriano.

1.5. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Dominio: Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología.

Línea: Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable.

Sublínea: Agricultura sostenible y sustentable.

2. DESARROLLO

2.1. MARCO CONCEPTUAL

2.1.1. Origen del cultivo de banano.

El Banano (*Musa AAA*) tiene sus inicios en Asia Meridional, siendo celebrado desde el año 650 después de Cristo. La especie del banano que conocemos llegó a Canarias en el siglo XV y desde allí fue traída a América en el año 1516. Este rubro agrícola es uno de los más consumidos en República Dominicana, anualmente se calcula que el consumo de musáceas en el país es de más de 2 mil millones de unidades anuales, según datos del Ministerio de Agricultura (Banelino 2017).

El banano fue una de las primeras plantas cultivadas por los seres humanos, migraron originalmente del sudeste asiático y probablemente fueron los árabes quienes los implantaron en el continente africano durante sus expediciones. De hecho, la palabra “banano” proviene de África. También se cree que los navegantes y exploradores portugueses llegaron a Guinea tratando de encontrar un camino a China, cuando vieron cómo los nativos cultivaban esta fruta y pronto la adoptaron debido a su buen sabor. Ellos la habrían llevado para extender su cultivo a otros territorios donde mantuvo el nombre de “banano”, aunque también se le conoce con otros nombres como “plátano”, “guineo” y “cambur” (FAO 2023).

2.1.2. Taxonomía del cultivo de banano.

A continuación, mencionaremos la clasificación taxonómica del cultivo de banano (Guerrero 2023).

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Zingiberales
Familia:	Musácea
Género:	Musa
Especie:	M. AAA L.

2.1.3. Morfología del cultivo de banano

Sus hojas son lisas, tiernas, con el ápice trunco y la base redonda, tienden a romperse espontáneamente a lo largo de las nervaduras, sus nervaduras son verticales y se extienden por toda la hoja dándoles un aspecto desaliñado. Cada planta tiene normalmente entre 5 y 15 hojas funcionales, siendo 10 el mínimo para considerarla madura. La hoja se forma en el interior del pseudotallo y emerge enrollada en forma de cigarro. Son hojas grandes, verdes y dispuestas en forma de espiral, de 2-4 m de largo y hasta 1,5 m de ancho (InfoAgro 2023).

Rizoma o bulbo: tallo subterráneo con muchos puntos de crecimiento que dan origen a pseudotallos, raíces y yemas vegetativas.

Sistema radicular: posee raíces superficiales que se distribuyen en una capa de 30-40 cm, concentrándose la mayor parte de ellas en los 15-20 cm. Son de color blanco, tiernas cuando emergen y amarillentas y duras posteriormente. Su diámetro oscila entre 5 y 8 mm y su longitud puede alcanzar los 2,5-3 m en crecimiento lateral y hasta 1,5 m en profundidad. El poder de penetración de las raíces es débil, por lo que la distribución radicular está relacionada con la textura y estructura del suelo (García 2022).

Tallo: el verdadero tallo es un rizoma grande, almidonado, subterráneo, que está coronado con yemas, las cuales se desarrollan una vez que la planta ha florecido y fructificado.

Flores: flores amarillentas, irregulares y con seis estambres, uno de ellos es estéril, reducido a estaminodio petaloideo. El gineceo tiene tres pistilos, con ovario ínfero. El conjunto de la inflorescencia constituye el “régimen” de la platanera. Cada grupo de flores reunidas en cada bráctea forma una reunión de frutos llamada “mano”, que contiene de 3 a 20 frutos. Un régimen no puede llevar más de 4 manos, excepto en las variedades muy fructíferas, que pueden contar con 12-14 (Dorado 2023).

Fruto: Durante el desarrollo del fruto éstos se doblan geo trópicamente, según el peso de este, determinando esta reacción la forma del racimo. Pudiendo contener de 5-20 manos, cada una con 2-20 frutos, siendo su color amarillo verdoso, amarillo, amarillo-rojizo o rojo (Moran 2023).

2.1.4. Agroecosistemas

El agroecosistemas es una abstracción de la realidad para su análisis, relacionado con el proceso de producción primaria, mediante el cual el hombre se apropia de la naturaleza y modifica de acuerdo a sus intereses, y tiene un contexto temporal y espacial específico. Al llevar el prefijo agro este concepto analítico se refiere a un típico proceso de producción, y de acuerdo a la teoría marxista los procesos de producción son social e históricamente determinados; es decir, al tener el agroecosistemas un controlador que es el productor, es quien toma las decisiones en la actividad productiva, y por lo tanto es el que la determina todo lo que se refiere al ¿qué?, ¿cuánto?, ¿cómo?, donde? y ¿para qué? producir (Plata et al. 2016)

2.1.5. Conceptualización innovaciones tecnológicas

Se define como la creación y aplicación de tecnologías, herramientas, sistemas y procesos nuevos o reformados que aportan avances o adelantos significativos en diversos campos. Implica aprovechar los conocimientos, la experiencia y los recursos para desarrollo de soluciones innovadoras que solucionen problemas, perfeccionen la eficiencia, promuevan el progreso y aporten valor (Lopez 2023).

Una innovación tecnológica es un tipo de innovación relacionada únicamente con la tecnología, en ella no incluye, aquellos nuevos incentivos no monetarios creados para que los empleados sean más eficientes. son las nuevas creaciones que ocurrieron en el campo industrial en la década de los 80 y 90. Éstas marcaron un hito en la historia, ya que nos recordó que la ciencia transforma sociedades (Westreicher 2020).

2.1.6. Innovaciones agrícolas en cultivo de banano

La innovación agrícola en el cultivo de banano es un proceso que busca mejorar la productividad agrícola mediante el uso de nuevas tecnologías y prácticas. Esta innovación puede mejorar la calidad de los alimentos, reducir el costo de producción, aumentar los beneficios del agricultor y mejorar la sostenibilidad ambiental.

Sistemas integrados, el agricultor toma decisiones sobre los recursos naturales, como el suelo, el agua, la energía o el clima; para conseguir un equilibrio entre producción y conservación. Esto simboliza que los productores puedan obtener beneficios económicos sin comprometer su calidad ambiental (Washington 2019).

Prácticas sostenibles, se encargan de respetar el medio ambiente mientras se consigue un rendimiento óptimo con un uso adecuado de recursos como el agua y la energía. Esto incluye actividades como cultivar cubierta vegetal para evitar la erosión del suelo; rotaciones de cultivo; usar abonos orgánicos; o controlar las plagas con métodos biológicos en lugar de pesticidas químicos dañinos para el medio ambiente.

Tecnología digital, se ha convertido en un elemento esencial para mejorar procesos productivos en todas las áreas agrarias desde hace varios años ya sea para optimizar costes o facilitar decisiones basadas en datos reales para una agricultura de precisión. Las herramientas más utilizadas enfatizan los drones, sensores inalámbricos y herramientas informáticas avanzadas como inteligencia artificial (IA) e Internet de las Cosas (IoT) (Marujita 2023).

2.1.7. Nuevas alternativas tecnológicas

2.1.8. Sistema de información

Software AGRI. - Es un software de gestión diseñado para ayudar a las empresas agrícolas a administrar todos los procesos y cultivos en un mismo lugar. Funciona como una herramienta para control de maquinarias, ordenes de aplicaciones, comparas de bodegaje y tesorería, control de cosecha, control de riego, cuaderno de campo y sobre todo como control de presupuesto y costos, de tal manera que ayuda a mejorar la producción de los cultivares de banano (Vicuña 2022).

Cárdenas y Carolina (2019) menciona que en este caso Agrosoft, empresa de origen ecuatoriano la cual empezó a brindar sus servicios de software para apoyar a la industria bananera del Ecuador. Uno de los principales servicios de Agrosoft es brindar a las empresas productoras y exportadoras de banano diversos softwares, los principales son:

El Banaxass.Net v7.- el cual es un sistema Agrícola y de Gerencia del Banano con 32 indicadores del cultivo donde los gerentes pueden observar cómo va la producción en campo, la cosecha y el empaque.

El BanaXass.Trace v3.- se encarga de informar sobre la trazabilidad del racimo en campo, el cual se puede conocer por medio del uso de un código de barras el cual además tiene la información sobre el control de peso e inventario de los racimos en campo y cosecha en línea (Citado en Solano Ayala 2019: 25)

2.1.9. La fertirrigación en el cultivo de banano

La fertirrigación es una técnica que aprueba la aplicación de nutrientes a las plantas a través del agua de riego, permitiendo fraccionar las dosis de nutrientes de acuerdo al desarrollo del cultivo, aumentando la eficiencia de los mismos (Martínez 2022).

La fertirrigación en el cultivo de banano, al igual que en otros cultivos reside principalmente en la optimización de recursos tanto hídricos como insumos, donde podemos incluir principalmente fertilizantes, pero también puede aplicarse herbicidas y fungicidas (Tarazona 2019).

2.1.10. Riego por goteo

Palencia (2017) menciona que Existen múltiples variaciones en la tubería y los emisores. La selección del caudal apropiado es importante y se puede decidir si conviene o no tener un sistema de presión autorregulado. En general, las ventajas asociadas con esta técnica son: Alta eficiencia, ya que se evapora muy poca agua. Fertirriego ilimitado y se requiere poca energía, ya que la presión necesaria no es muy alta. Con los sistemas de riego presurizado (goteo y micro aspersión) la eficiencia en el uso del agua puede ser aumentada en un 50% o más; para lograrlo, el agua debe ser suministrada al cultivo en cantidades menores, pero con mayor frecuencia que en el riego rodado. Contiene un:

- Programador Corrientemente: se dedica una o varias estaciones o fases para el goteo y las demás para los aspersores y difusores.

- Electroválvulas: Cada sector de riego lleva una electroválvula que se abre y se cierra según le ordena el programador. Si tienes un sector de goteo, pues

llevará su electroválvula (Solano Ayala 2019)

2.1.11. Sensores remotos para mejorar la producción del cultivo de banano.

Este tipo de tecnología trabaja mediante un dron equipado con sensores de precisión, el cual sobrevuela las plantaciones de banano para inspeccionar el terreno y recoger datos que permitan identificar alguna anomalía.

Según Sandoval (2022), Los sensores remotos se han utilizado de manera fragmentada en el cultivo de banano; sin embargo, se quiere desarrollar trabajos permanentes que contribuyan a mejorar la productividad de las plantaciones.

Estos sistemas ayudan computarizar los procesos de monitoreo en las plantaciones, de tal manera lograr un abordaje más efectivo del cultivo. Un dron volando sobre las plantaciones bananeras, equipado con sensores de precisión que le permitan escanear el terreno e identificar datos que señalen alguna anomalía en el cultivo de banano; mientras que un software especial valora aspectos como el por qué hay partes de una plantación muy verdes u otras no tan verdes, son parte de los beneficios del uso de los sensores remotos, los cuales podrían potenciar la productividad del cultivo (Guzmán *et al.* 2022).

2.1.12. Drones

La tecnología de los drones puede ser una solución innovadora y sostenible para algunos de los desafíos que enfrenta la industria del banano. Se pueden aplicar pesticidas de manera precisa y en dosis controladas, lo que reduce la cantidad de pesticidas necesarios y reduce el impacto ambiental y en la salud de los agricultores. También, los drones son mucho más rápidos y eficientes que los métodos tradicionales de fumigación, lo que reduce el tiempo y los costos de producción. (Bajaña y Mauricio 2020).

Los productores de banano reconocen como punto importante para mejorar la productividad el uso de la tecnología, en este aspecto los entrevistados han buscado mejorar los niveles de productividad mediante el uso de drones para aerofumigación, tienen la impresión de que el fertilizante penetra mejor en el suelo por medio de esta tecnología (Coronel *et al.* 2021).

Pueden ser utilizados para monitorear y mapear los cultivos de banano. Estos drones toman imágenes de las aéreas del cultivo, permitiendo a los agricultores monitorear el crecimiento y la salud de las plantas. Esto puede ayudar a detectar problemas temprano y tomar medidas para evitar la pérdida de cultivos (Barrera y Vallejo 2018).

Tipos de drones que se usan en el agroecosistemas bananero

DJI Agras T40.- está equipado con el revolucionario diseño de rotor doble coaxial, que le permite transportar una carga de rociado de 40 kg y una carga de esparcido de 50 l (70 l). La anchura de esparcido de 11 m y su eficiencia de funcionamiento en campo es de 21,33 ha/hora. Posee una batería de 30.000 mAh que se puede cargar completamente en solo 9 minutos (Omega drone 2020).

DJI Matrice 350 RTK. – es una potente plataforma aeronáutica industrial equipada con un avanzado sistema de controlador de vuelo, sistemas de detección y posicionamiento en seis direcciones y una cámara FPV de visión nocturna. Las balizas de seguridad que hay en la parte superior e inferior de la aeronave permiten que esta sea visible por la noche o en condiciones de poca iluminación. Las luces auxiliares permiten que el sistema de posicionamiento visual logre un mejor rendimiento por la noche o en condiciones de poca iluminación. El tiempo de vuelo máximo de la M350 RTK es de 55 minutos (Dji Ecuador 2023).

2.1.13. Balanza Digital

Balanza electrónica xr3000id. - es adecuado para los bananeros más exigentes. Este indicador es lo más avanzado que hay en estos momentos y establece nuevos estándares de mercado. Todas las características del SR2000 e incluye, además:

- Pantalla de gran tamaño, 133 x 70mm
- Gráficos del rendimiento de cada racimo.
- Permite hacer análisis de diferentes grupos de racimos
- Capacidad de memoria: 50.000 registros en 200 archivos.
- Puede ingresar el historial completo del racimo.
- Entrega predicciones de peso.
- Permite generar informes personalizados según sus requerimientos.

- Nuevos sistemas para ingresar datos en forma automática.
- formas para seleccionar sus racimos.
- Múltiples códigos de identificación por racimo
- Incluye programa para descargar y subir datos del Indicador al PC.
- Búsqueda de código del racimo (Vascos 2021).

2.1.14. Importancia de las innovaciones tecnológicas en el agroecosistemas de banano.

Las innovaciones tecnológicas están siendo implementadas o consideradas por los productores en el escenario que va desde el mediano a largo plazo para mejorar la productividad del sector, así mismo determinar cuáles son las que actualmente se están asumiendo y cuál ha sido la incidencia de su aplicación (Rosero 2019).

La tecnología que se está utilizando es importante ya que busca mejorar la productividad y calidad, entre otros beneficios. Sensores remotos, drones y software, buscan revolucionar los cultivos de banano en el mundo, promover una mayor productividad y automatizar sistemas de monitoreo (Verdezoto 2022).

2.2. MARCO METODOLÓGICO

2.2.1. MÉTODO:

El actual trabajo de investigación bibliográfico presentado como componente práctico, se desarrolló a través de la recopilación de todo tipo de información sobre Innovación tecnológicas en agroecosistemas de banano (*Musa AAA*) en el litoral ecuatoriano. Estableciendo una detallada investigación en distintas páginas web de acceso libre, artículos científicos, tesis de grado, libros, fuentes y documentación bibliográficas disponibles en plataformas digitales.

Para destacar toda la información obtenida fue ejecutada mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, con el propósito instaurar la información específica que corresponda a este tema de investigación, que lleva por temática Innovación tecnológicas en agroecosistemas de banano (*Musa AAA*) en el litoral ecuatoriano, de tal manera enfatizando su importancia y fundamentos generales para la aprobación académico y social del lector.

2.2.2. METODOLOGÍA

De acuerdo a la sistemática de la investigación, sobre la metodología que se empleara en el presente trabajo investigativo es de tipo exploratoria y explicativa. Exploratoria, utilizada para estudiar un problema que no está claramente definido, por lo que se lleva a cabo para comprenderlo mejor, pero sin proporcionar resultados concluyentes. Explicativa debido a que se centrara en la relación que existe entre las variables de estudio que forman parte de la presente investigación.

2.3. RESULTADOS

Por lo expuesto anteriormente se deduce lo siguiente:

Las Innovaciones tecnológicas en agroecosistemas de banano *M. AAA* en el litoral ecuatoriano son métodos que permitirán mejorar la producción de los cultivos de banano.

La tecnología que se mencionó busca mejorar la productividad y calidad, entre otros beneficios. Sensores remotos, drones y software, buscan revolucionar los cultivos de banano en el mundo, promover una mayor productividad y automatizar sistemas de monitoreo.

El uso de los drones permitió la reducción de insumos agrícolas debido a que su aplicación es más precisa y uniforme de los productos químicos, lo que puede reducir de manera significativa la cantidad de químicos utilizados en los cultivos, por lo tanto, reducir su impacto en el medio ambiente.

El fertirriego optimizó el aporte de fertilizantes, es uno de los elementos más destacable por su importancia cuantitativa y por su posible perjuicio cuando no se utiliza en concentraciones adecuadas, el nitrógeno tomando en cuenta que este elemento en la agricultura sostenible, se consigue los máximos rendimientos, respetando el medio ambiente, obteniendo cosechas saludables y asegurando su rentabilidad.

Con los sistemas de software (AGRI, Banaxass.Net v3 y BanaXass.Trace v7) se obtuvo mayor facilidad para los gerentes, estos softwares ayudan a conocer

la producción, cosecha y empaque en las fincas bananeras.

2.4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Por los resultados expuesto se señala que:

López (2023) define que, las innovaciones tecnológicas son procesos nuevos o reformados que aportan avances o adelantos significativos en diversos campos. Implica aprovechar los conocimientos, la experiencia y los recursos para desarrollo de soluciones innovadoras que solucionen problemas, perfeccionen la eficiencia, promuevan el progreso y aporten valor.

Según Bajaña (2020) menciona que, la tecnología de los drones puede ser una solución innovadora y sostenible para algunos de los desafíos que enfrenta la industria del banano. Se pueden aplicar pesticidas de manera precisa y en dosis controladas, lo que reduce la cantidad de pesticidas necesarios y reduce el impacto ambiental y en la salud de los agricultores.

Barrera y Vallejo (2018) informan que, los drones también pueden ser utilizados para monitorear y mapear el cultivo de banano, esto puede ayudar a detectar problemas temprano y tomar medidas para evitar la pérdida de cultivos.

Tarazona (2019) manifiesta que, la fertirrigación en el cultivo de banano, al igual que en otros cultivos habita principalmente en la optimización de recursos tanto hídricos como insumos, donde podemos incluir principalmente fertilizantes, pero también puede aplicarse herbicidas y fungicidas.

Cárdenas y Carolina (2019) mencionan que, la empresa Agrosoft de origen ecuatoriano empezó a brindar sus servicios de software para apoyar a la industria bananera del Ecuador. Dos de los principales softwares que brinda la empresa Agrosoft son: Banaxass.Net v7 y Banaxass.Trace v3.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. CONCLUSIONES

Con respecto a los resultados obtenidos se realizará las siguientes conclusiones:

El manejo agronómico es una actividad fundamental en los cultivos de banano ya que influye directamente en los estándares de rendimiento y calidad del fruto, por tanto, es necesario conocer nuevos métodos de innovación tecnológica que permitan minimizar los costos de producción para los pequeños y medianos agricultores.

La balanza electrónica xr3000id tiene un almacenamiento muy amplio, puede guardar información de hasta 200 racimos, es una buena herramienta para ser aplicada en los agroecosistemas bananeros.

Los drones juegan un papel fundamental al momento de realizar un control en los cultivos de bananos ya que realizan una fumigación con precisión y de largo alcance.

El uso de software permite al agricultor bananero minimizar tiempo y ser más rápido para obtener información de su cultivo, brindándole una cosecha segura.

3.2. RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones anteriores, se realizan las siguientes recomendaciones:

Realizar trabajos de investigación que permita obtener información sobre las innovaciones tecnológicas en agroecosistemas de banano (*Musa AAA*) en el litoral ecuatoriano lo cual ayudara a los productores implementar estos nuevos métodos.

Las innovaciones tecnológicas tienen que ser aplicada en los agroecosistemas bananeros, ya que generan mayor eficacia y mayor productividad.

Usar drones y sistemas de software de acuerdo a las labores agrícolas que se vaya a implementar en los agroecosistemas de banano.

Tener la balanza electrónica xr3000id en las fincas bananeras, para que el trabajo de las empacadoras sea más eficaz y rápido.

4. REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1. REFERENCIAS

Bajaña, MA; Mauricio, (coautor) González Yagual Charly. 2020. Diseño y simulación de un dron para realizar fumigación en plantaciones de banano (en línea) (En accepted: 2023-07-03t20:37:49z). . Consultado 2 feb. 2024. Disponible en <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/57659>.

Banelino, A. 2017. Orígenes del Banano: variedades y siembra (en línea, sitio web). Consultado 1 feb. 2024. Disponible en <https://banelino.com.do/2017/06/26/origenes-del-banano-variedades-y-siembra/>.

Barrera, C; Vallejo, J. 2018. Servicio de fumigación con drones para plantaciones bananeras en la provincia del Guayas (en línea). masterThesis. s.l., ESPAE - ESPOL. . Consultado 2 feb. 2024. Disponible en <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/45661>.

Bustamante, A. 2023. La transformación digital (DX) y la producción de banano en el Ecuador (en línea, sitio web). Consultado 13 ene. 2024. Disponible en <https://www.boost.ec/transformacion-digital-banano-ecuador/>.

Bustos, A. 2023. Rusia y EE.UU. se sigue llevando la producción de banano ecuatoriano (en línea, sitio web). Consultado 13 ene. 2024. Disponible en <https://www.portalfruticola.com/noticias/2023/06/29/rusia-y-ee-uu-se-sigue-llevando-la-produccion-de-banano-ecuadoriano/>.

Coronel, J; Barrezueta, S; Carvajal, H; Cervantes, A. 2021. Análisis cualitativo de las externalidades económicas generadas por la industria bananera en la Provincia del Oro. s.l., s.e.

Dji Ecuador. 2023. Manual de usuario. s.l., s.e.:10.

Dorado, D. 2023. La hermosa flor del banano de jardín: características, cuidados y consejos (en línea, sitio web). Consultado 2 feb. 2024. Disponible en <https://infojardines.com/flor-del-banano-de-jardin/>.

FAO. 2022. Inovaciones tecnologicas en banano (en línea, sitio web). Consultado 1 feb. 2024. Disponible en <https://www.fao.org/3/y5102s/y5102s07.htm>.

Garcia, P. 2022. Arbol del banano o planta del banano (en línea, sitio web). Consultado 2 feb. 2024. Disponible en <https://www.banabiosa.com/es/arbol-del-banano-o-planta-del-banano/>.

Guerrero. 2023. Sistema de nomenclatura para los bananos cultivados (en línea, sitio web). Consultado 1 feb. 2024. Disponible en <http://www.promusa.org/Sistema+de+nomenclatura+para+los+bananos+cultivados>.

Guzmán, JA; González-Zuñiga, M; Fernandez, JAS; Calvo-Alvarado, JC. 2022. Uso de sensores remotos en la agricultura: aplicaciones en el cultivo del banano1 (en línea). Agronomía Mesoamericana 33(3). Consultado 2 feb. 2024. Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/437/43771129020/html/>.

InfoAgro. 2018. Guía de manejo de banano organico - InfoAgronomo (en línea, sitio web). Consultado 1 feb. 2024. Disponible en <https://infoagronomo.net/guia-de-manejo-de-banano-organico/>.

INIAP. 2020. Banano, plátano y otras musáceas – Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (en línea, sitio web). Consultado 13 ene. 2024. Disponible en <https://www.iniap.gob.ec/banano-platano-y-otras-musaceas/>.

Lopez, F. 2023. ¿Qué es la innovación tecnológica? ¿Cómo la consigues? (en línea, sitio web). Consultado 4 mar. 2024. Disponible en <https://tecscience.tec.mx/es/negocios-innovacion/que-es-la-innovacion-tecnologica/>.

Martínez, A. 2022. Manejo de la fertirrigación orgánica en el cultivo de los cítricos (en línea, sitio web). Consultado 7 feb. 2024. Disponible en <https://www.agronegocios.es/vida-rural/citricos/manejo-de-la-fertirrigacion-organica-en-el-cultivo-de-los-citricos/>.

Martínez, GE; Rey, JC. 2021. Bananos (Musa AAA): Importancia, producción y comercio en tiempos de Covid-191. *Agronomía Mesoamericana* 32(3):1034-1046.

Marujita. 2023. Innovación agrícola - Qué es, definición y concepto (en línea, sitio web). Consultado 4 mar. 2024. Disponible en <https://muytecnologicos.com/diccionario-tecnologico/innovacion-agricola>.

Moran, M. 2023. Cómo cultivar bananas (con imágenes) (en línea, sitio web). Consultado 2 feb. 2024. Disponible en <https://es.wikihow.com/cultivar-bananas>.

Omega drone. 2020. Drones Agrícola. s.l., s.e.:1.

Plata, D; Vilaboa, J; Cammpbell, B. 2016. Aproximación Dialéctica a los Agroecosistema. Vol. 9.

Rosero, s. 2019. Influencia De La Tecnología En La Productividad Del Sector Bananero En La Provincia De Los Ríos. Periodo 2012- 2017 (en línea). s.l., s.e. . Disponible en <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/12871/1/T-UCSG-PRE-ECO-CECO-268.pdf>.

Solano Ayala, M. 2019. Análisis del nivel tecnológico de los sistemas de producción del Banano (Musa AAA) en Baba (en línea). Babahoyo-Los Ríos, Universidad Técnica de Babahoyo. 61 p. Disponible en <file:///C:/Users/Jonathan%20Sanchez/Downloads/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000073.pdf>.

Tarazona. 2019. La Fertirrigación | Tarazona Agrosolutions (en línea, sitio web). Consultado 7 feb. 2024. Disponible en <https://tarazonaagrosolutions.com/blog/guias-de-cultivos/la-fertirrigacion-en-citricos/>.

Vascos, K. 2021. Biotech Global.

Verdezoto. 2022. Alza de precios impulsa un aumento de exportaciones ecuatorianas (en línea, sitio web). Consultado 3 feb. 2024. Disponible en

<https://www.primicias.ec/noticias/economia/exportaciones-volumen-valor-precio/>.

Vicuña. 2022. AGRI - Software de Gestión Agrícola (en línea, sitio web). Consultado 5 feb. 2024. Disponible en <https://www.agri.cl/software-gads/>.

Washington, DC. 2019. La innovación agrícola y la tecnología son la clave para reducir la pobreza en los países en desarrollo, según un informe del Banco Mundial (en línea, sitio web). Consultado 4 mar. 2024. Disponible en <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2019/09/16/agricultural-innovation-technology-hold-key-to-poverty-reduction-in-developing-countries-says-world-bank-report>.

Westreicher, G. 2020. Innovación tecnológica (en línea, sitio web). Consultado 4 mar. 2024. Disponible en <https://economipedia.com/definiciones/innovacion-tecnologica.html>.

4.2. ANEXOS

Curva de adopción de la tecnología

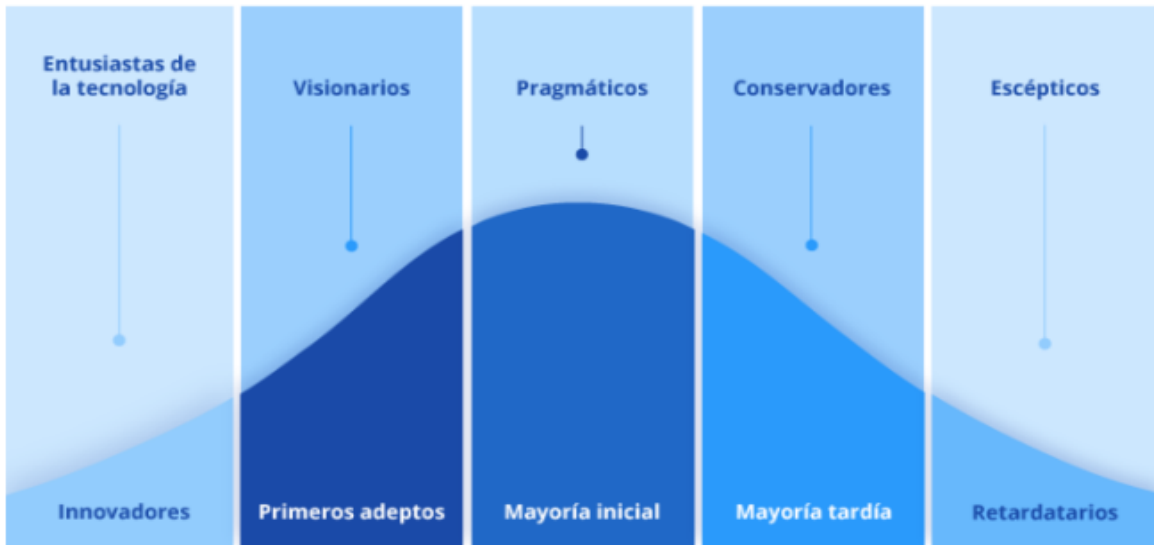


Imagen 1. Curva de adopción de la tecnología

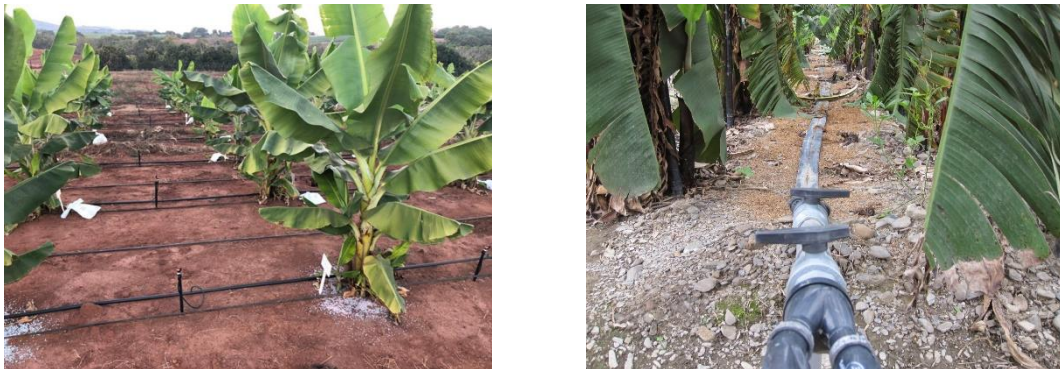


Imagen 2. Fertirriego y riego por goteo



Imagen 3. Sistema de software en la empresa Agrosoft



Imagen 4. Balanza electrónica xr3000id



Imagen 5. Dron en el cultivo de banano