



UNIVERSIDAD TECNICA 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 piña (*Ananas comosus*) en el Ecuador

AUTOR:

Victor Enrique Ube Guerrero

TUTOR:

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

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2024

RESUMEN

El presente documento busca informar sobre la importancia del uso de innovaciones tecnológicas en agroecosistemas del cultivo de piña para la mejora de la producción y de la calidad de la misma, entendiendo los beneficios económicos que nos aportara dichas aplicaciones de estos sistemas y el conocimiento favorable para nosotros conoceremos lo interesante de las innovaciones tecnológicas y los valiosas que son para los agrónomos también aprenderemos sobre las principales innovaciones tecnológicas las misma que ayudar a mantener un cultivo en buenas condiciones las innovaciones tecnológicas en el cultivo de piña ofrecen herramientas avanzadas para mejorar la eficiencia y la productividad agrícola. Estas incluyen sensores para monitorear el suelo y las plantas, drones para la teledetección, sistemas de riego inteligente, agricultura de precisión, mejoramiento genético y robótica agrícola. Estas tecnologías permiten una gestión más precisa de los recursos, una detección temprana de problemas y una reducción de la dependencia de la mano de obra manual. Al adoptar estas innovaciones, los agricultores pueden mejorar la calidad de los cultivos, reducir costos y promover prácticas agrícolas más sostenibles.

Palabras claves: Innovaciones, Innovaciones Tecnológicas, Piña, Sostenible

SUMMARY

This document seeks to inform about the importance of the use of technological innovations in pineapple cultivation agroecosystems to improve production and quality, understanding the economic benefits that these applications of these systems will bring us and the favorable knowledge for We will learn how interesting technological innovations are and how valuable they are for farmers. We will also learn about the main technological innovations, which help maintain a crop in good condition. Technological innovations in pineapple cultivation offer advanced tools to improve efficiency and agricultural productivity. These include sensors for monitoring soil and plants, drones for remote sensing, smart irrigation systems, precision agriculture, genetic improvement and agricultural robotics. These technologies enable more precise management of resources, early detection of problems, and reduced reliance on manual labor. By adopting these innovations, farmers can improve crop quality, reduce costs, and promote more sustainable agricultural practices.

Keywords: Innovations, Technological Innovations, Pineapple, Sustainable

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	II
SUMMARY	III
1. CONTEXTUALIZACION.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PLANTEAMIENTO EL PROBLEMA.....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4. OBJETIVOS.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	4
2. DESARROLLO	5
2.1. MARCO CONCEPTUAL.....	5
2.1.1. Innovaciones	5
2.1.2. Innovaciones Tecnológicas.....	5
2.1.3. Importancia de las innovaciones tecnológicas en el cultivo de piña	6
2.1.4. Teoría de Everett Rogers	8
2.1.5. Teoría de Jim Woodhill and Rhiannon Pyburn.....	9
2.1.6. Software de detección de maleza	9
2.1.7. Piña	9
2.1.8. Agroecosistema de piña	10
2.1.9. Principales innovaciones tecnológicas	11
2.1.9.1. Ácido jasmonico	11
2.1.9.2. Malla sombra	12
2.1.9.3. Encerado de piña	14
2.1.9.4. Drones Agrícolas.....	14
2.2. MARCO METODOLÓGICO	15
2.2.1. Método	15
2.2.2. Metodología.....	15
2.3. RESULTADOS.....	16
2.4. DISCUSIÓN.....	16
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	18
3.1. Conclusiones	18
3.2. Recomendaciones	18
4. REFERENCIAS Y ANEXOS.....	19
4.1. BIBLIOGRAFIA.....	19

4.2. Anexos 23

1. CONTEXTUALIZACION

1.1. INTRODUCCIÓN

En un panorama internacional en el que la demanda de productos agrícolas sostenibles y éticamente producidos está en aumento, es fundamental que Ecuador busque formas innovadoras de mejorar su producción de piña. Las innovaciones tecnológicas en los agroecosistemas dedicados a la piña pueden ser la clave para abordar estos desafíos, al tiempo que ofrecen oportunidades para aumentar la rentabilidad, reducir el impacto ambiental y mejorar las condiciones laborales en el sector.

La piña (*Ananas comosus*) es uno de los cultivos más importantes en el Ecuador, contribuyendo a la economía del país y desempeñando un papel crucial en la industria agrícola. No obstante, el cultivo de piña enfrenta diversos desafíos en los agroecosistemas ecuatorianos, que van desde problemas de productividad hasta cuestiones medioambientales. En ese sentido, las innovaciones tecnológicas han surgido como una herramienta clave para abordar estos desafíos y mejorar la sostenibilidad, eficiencia y rentabilidad de los agroecosistemas de piña.

La implementación de tecnologías como sistemas de riego inteligente, monitoreo remoto, uso eficiente de fertilizantes y pesticidas, así como prácticas de cultivo innovadoras como el Manejo Integrado de Plagas y otros, ha demostrado ser fundamental para optimizar la producción de piña y minimizar los impactos negativos en el medio ambiente.

Las innovaciones tecnológicas mencionadas en el párrafo anterior y su aplicación en agroecosistemas de piña, proporcionan un gran avance dentro de lo que al proceso productivo se refiere, promoviendo de esta manera un futuro prometedor para los agroecosistemas de piña en el Ecuador.

Santo Domingo de los Tsáchilas, El Oro, Los Ríos, Esmeraldas, Manabí y Guayas las principales provincias piñeras estas áreas, en el año 2000, sumaban alrededor de 5750 hectáreas en el 2018 se registraron 7962

1.2. PLANTEAMIENTO EL PROBLEMA

En el contexto de los agroecosistemas de piña (*Ananas comosus*) en Ecuador, se observa una marcada dependencia de prácticas agrícolas convencionales en las cuales el uso de insumos externos a las fincas viene provocando impactos negativos en la sostenibilidad ambiental, la eficiencia productiva y la rentabilidad a largo plazo.

La reducida adopción de innovaciones tecnológicas por parte de los productores de piña en Ecuador representa un obstáculo para mejorar la gestión sostenible de los agroecosistemas de piña. Esta situación plantea imperativos desafíos en términos de conservación del suelo, uso eficiente del agua, control de plagas y enfermedades, y maximización del rendimiento, lo que requiere soluciones innovadoras y tecnológicas para promover la sostenibilidad y competitividad del sector piñero en el país.

La mala utilización de innovaciones tecnológicas en el cultivo de piña ha hecho que el suelo quede erosionado perdiendo los nutrientes y minerales haciendo que se baje la productividad del cultivo y no solo eso con el poco conocimiento de los agricultores sobre estos nuevos métodos, generando un desconocimiento que desacredita al uso de la tecnología

1.3. JUSTIFICACIÓN

Las innovaciones tecnológicas en la producción de piña pueden contribuir a la optimización de recursos, el aumento de la productividad y la reducción del impacto ambiental, lo que es fundamental para el sector agrícola ecuatoriano. Además, al centrarse en un cultivo emblemático como la piña, esta investigación puede proporcionar información valiosa para los agricultores, los adoptantes de innovaciones y los actores involucrados en el desarrollo rural del país, promoviendo así el avance tecnológico y económico en el sector productivo piñero, lo cual tributa en el ámbito del desarrollo agropecuario.

Así mismo, el estudio de las innovaciones tecnológicas en agroecosistemas de piña en Ecuador es importante para fomentar la competitividad y la sostenibilidad en el mercado internacional. El país es conocido por su producción de piña de alta calidad, y el aprovechamiento de tecnologías innovadoras puede fortalecer aún más la posición del Ecuador como un proveedor confiable y sostenible de este cultivo a nivel global. Por lo tanto, investigar este tema no solo beneficia al sector agrícola local, sino que también tiene implicaciones a nivel internacional al promover prácticas agrícolas responsables y respetuosas con el medio ambiente.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Describir la importancia del uso de las Innovaciones tecnológicas en agroecosistemas de piña (*Ananas comosus*) en el Ecuador

1.4.2. Objetivos específicos

- Caracterizar las principales innovaciones tecnológicas en agroecosistemas de piña (*Ananas comosus*)
- Detallar las características técnicas de las innovaciones tecnológicas utilizadas en agroecosistemas de piña (*Ananas comosus*)

1.5. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Domino: 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. Innovaciones

El proceso innovador se nutre de un amplio conjunto de insumos, los que se podrían agrupar en cuatro grandes categorías: capital financiero, capital humano, ideas e infraestructura física. Esta agrupación es la que justifica las variadas formas de caracterizar el esfuerzo innovador en una unidad de análisis, tales como un país, una región o una firma. El indicador más conocido para caracterizar este tipo de actividades es el gasto en Investigación y Desarrollo, el cual está asociado principalmente con los recursos monetarios necesarios para financiar mano de obra calificada y la infraestructura necesaria para el desarrollo de las actividades de investigación científica y tecnológica (Benavente 2004).

“Es un proceso dinámico y abierto nos lleva a resaltar su carácter continuo y adaptativo. No es un hecho ocasional, ni una experiencia transitoria o puntual sino algo que se va construyendo conforme se avanza en su ejecución” (De la Torre, citado por Correa *et al.* 2019).

Las innovaciones agrícolas tienen que ver con la sofisticación de modelos de alto impacto en términos de biotecnología, químicos, de maquinaria agrícola y de las formas de organización del trabajo, así como con la generación de sistemas de información y comunicación (Herrera 2006).

2.1.2. Innovaciones Tecnológicas

Lo primero que se debe mencionar respecto de la innovación tecnológica es que se trata más de un proceso que de un resultado. En efecto, los resultados del proceso innovador son productos y procesos productivos tecnológicamente nuevos, los que son sancionados por el mercado. Cabe señalar que por novedoso se entiende un aspecto relativo, pues si bien una innovación puede ser nueva para una firma en particular, es posible que haya estado en el mercado con anterioridad. Lo fundamental radica, en consecuencia, en el incremento de

conocimiento que genera en una unidad productiva la incorporación de productos y procesos inexistentes hasta entonces (Benavente 2004).

2.1.3. Importancia de las innovaciones tecnológicas en el cultivo de piña

la adopción de tecnología y técnicas de producción apropiadas para el cultivo y el establecimiento de estrategias de transformación, comercialización y asociación de productores, de esta manera, se realizó el establecimiento de un sistema de producción integral del cultivo, a través de la siembra de piña (Carmona 2016).

Derivado de esto y de la importancia que representa el cultivo de piña en la región de estudio, por el número de productores, hectáreas y la derrama económica, se vuelve prioritario investigar las decisiones de las y los productores para comprender mejor las razones de adoptar una innovación tecnológica (Polo 2022).

La tecnología generada en piña es fruto de una serie de proyectos de investigación y ajuste de tecnología que se adelantaron con la modalidad de investigación con fincas de agricultores, con el fin de obtener recomendaciones ajustadas a las condiciones climáticas y edafológicas (García 1994).

Las oportunidades del sector piñero van desde el potencial genético que aún no se explota por completo, el empleo de alternativas tecnológicas, asociatividad y empresarización del campo tanto en la producción de materias primas como de agroindustria, hacer el cambio de la cultura agrícola y enfocarla por el mercado y la idea de negocio que por una cultura empírica la cual se basa en los precios temporales de los cultivos tradicionales en la zona. Debido a las 8 condiciones edafoclimáticos existe la posibilidad de explotar cultivos con mayor potencial económico y social que inciden en el fortalecimiento de la económica del municipio como en caso de la piña MD-2 (Carmona 2016).

Con un enfoque que involucre la incorporación de unas buenas prácticas agrícolas como labranza mínima, investigación en materia de bioestimulantes, promoción de redes de comercialización a través de transformación de la fruta fresca en subproductos de mayor conservación, y el cuidado del medio ambiente. A fin de proporcionar ventajas competitivas mejorando los procesos de

producción, transformación y comercialización en el sector piñero (Carmona 2016).

El uso de la tecnología de la información para adecuar el manejo de suelos y cultivos a la variabilidad presente dentro de un lote. La agricultura involucra el uso de sistemas de posicionamiento global (GPS) y de otros medios electrónicos para obtener datos del cultivo. Las tecnologías de la agricultura de permiten satisfacer una de las exigencias de la agricultura moderna el manejo óptimo de grandes extensiones (García y Flego 2008).

También comenzó un proceso de apertura del país, incentivándose los tratados de libre comercio e implementándose el modelo agroexportador, que impulsa muchas actividades agrícolas no tradicionales caracterizadas por el uso de grandes extensiones de tierra, de mucha tecnología de avanzada, de semilla mejorada, de agrotóxicos en forma intensiva y de maquinaria agrícola, resultando en ese proceso favorecido el cultivo de piña, que rápidamente cobró un auge sin precedentes en la historia agrícola del país (Aguirre y Arboleda 2008).

La maquinaria agrícola del presente y futuro se diferenciará por la electrónica, el electro hidráulico, la robótica, la calidad de sus sensores, el desarrollo de las comunicaciones, mayores automatizaciones incorporando inteligencia agronómica y mecánica al servicio de la prestación. La aplicación de la tecnología en la agricultura permitirá realizar cambios sobre la marcha que mejoren su prestación mecánica y agronómica a través de sensores y software que incorporen decisiones inteligentes, que muchas veces superan por lejos la inteligencia del operador (Carpio 2018).

Se utiliza la tecnología de Drones y softwares para la predicción de niveles nutricionales en piña, buscando mayor eficiencia y economía de la obtención de un resultado en poco tiempo, acerca de la condición nutricional del cultivo, lo cual permite tomar decisiones más eficientes y atinadas (Gómez 2021).

Las diferentes innovaciones nos permiten tener un mejor control de los cultivos ya sea la cantidad de fertilizante medir el ph o la forma de riego son innovaciones que ayudan al agricultor

2.1.4. Teoría de Everett Rogers

La difusión para Rogers es “el proceso por el cual una innovación se comunica a través de ciertos canales a lo largo del tiempo entre los miembros de un sistema social”. Así, la difusión es un tipo de comunicación en la que los participantes crean y comparten información entre sí para llegar a un entendimiento mutuo. La novedad de la idea en el mensaje hace que la difusión adquiera un carácter especial, ya que implica cierto nivel de incertidumbre. Rogers define la incertidumbre como “el grado en que se perciben varias alternativas con respecto a la ocurrencia de un acontecimiento y las probabilidades relativas de esas alternativas”. Describe la DOI como “un proceso de reducción de la incertidumbre” y propone atributos de las innovaciones que permiten disminuir la incertidumbre en la organización (Rogers *et al*, citado por Garcia 2020).

En tanto que se ha realizado mucha investigación sobre la difusión y adopción de prácticas agrícolas en los Estados Unidos (una revisión reciente de literatura incluye más de 600 publicaciones), sólo unas 40 investigaciones sobre este tópico se han realizado en sociedades en desarrollo. De éstas, pocas tienen el nivel de precisión planeado para este estudio. Se reconoce que hay factores específicos asociados con la adopción de nuevas ideas agrícolas en las culturas tradicionales. Los hallazgos norteamericanos no pueden ser aplicados en otros países sin una prueba apropiada. Un contexto cultural diferente cuenta mucho para que ciertos hallazgos no puedan sostenerse y otros deban ser considerablemente modificados (Rogers *et al*, citado por Fuentes 2005).

Perfil	Características
Innovadores	Orientación al riesgo Buenos niveles de recursos financieros Habilidad para entender y aplicar tecnologías complejas
Primeros Adoptantes	Alto nivel de liderazgo de opinión Fijadores de tendencias

Mayoría Temprana	Alta deliberación antes de la toma de la decisión - Tiempo de decisión más alta
Mayoría Tardía	Adopción por presiones económicas o sociales - Adopciones realizadas con escepticismo - Recursos escasos para la adopción
Relegados	- Sin liderazgo de opinión - Resistencia a la innovación

2.1.5. Teoría de Jim Woodhill and Rhiannon Pyburn

Esta próxima generación viviremos quizás el período más innovador, incierto y dinámico de la humanidad. historia. Es imposible imaginar todo lo que nos espera, pero mirando hacia adelante, Ya conocemos al menos algunas de las tareas realmente grandes que enfrentarán las empresas agrícolas emergentes profesionales. Entre ellas figuran, por ejemplo: duplicar la producción de alimentos y reducir al menos a la mitad la huella ecológica; Transformar la agricultura a pequeña escala para que pueda ser comercialmente viable (Pyburn y Woodhill 2014).

2.1.6. Software de detección de maleza

Un sistema de detección de malezas de bajo costo basado en la visión artificial, gracias al acoplamiento a un vehículo terrestre de tamaño reducido, liviano y resistente para este tipo de aplicaciones en la agricultura. El uso de hardware potente y económico, así como de software libre o código abierto, lo hace un sistema flexible. El prototipo debe evaluarse en diferentes condiciones y mejorarse con otros sistemas de adquisición, vehículos de mejores prestaciones, sistemas de comunicación más eficientes y desarrollando mejores algoritmos de análisis de información basados en las diversas áreas de la inteligencia artificial (Jiménez *et al.* 2020).

2.1.7. Piña

La piña ecuatoriana ha conquistado al mercado internacional por su sabor dulce, jugosidad y el alto valor nutricional. Desde hace 20 años, Ecuador ha exportado un promedio de 80 000 toneladas métricas anuales de la piña golden

sweet, que es una fruta proveniente de Hawái y que sobresale por el sabor extra dulce y los bajos niveles de acidez. Esta variedad, producida principalmente en Santo Domingo de los Tsáchilas y en Los Ríos, ha llegado a 45 países de América y Europa en 12 años (Samaniego 2020).

En lo que respecta al cultivo de la piña en el Ecuador, esta favorecido pues tiene características geográficas adecuadas para su desarrollo, pues existen localidades en especial en la región Litoral en las provincias de Guayas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos, El Oro, Esmeraldas y Manabí, donde el clima, la altitud y el suelo le es propicio (Samaniego 2020).

Pablo Ribadeneira, presidente de la exportadora Agroeden, explicó que un factor que benefició que la fruta de Ecuador se posicione en países de América del Sur fue que competidores como Colombia disminuyeron sus envíos. En el caso puntual de la firma, en el último año se registró un buen desempeño de la demanda en países del Cono Sur como Chile, Argentina y Uruguay, adonde se envían en promedio ocho contenedores semanales (Samaniego 2020).

2.1.8. Agroecosistema de piña

En Ecuador existen localidades sembrada de piña en especial en la región Litoral en las provincias de Guayas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos, El Oro, Esmeraldas y Manabí, donde el clima, la altitud y el suelo le es propicio para este cultivo, las variedades Cayena Lisa o Hawaiana y Golden Sweet o MD2 son las más comercializadas (Pinto, citado por Romero 2021).

Un cultivo o Agroecosistema es igual un ecosistema con ciclos de nutrientes e interacciones entre especies, y plantea que mediante el conocimiento de estos factores se puede lograr un mejor manejo, reduciendo el uso de insumos y los impactos negativos sobre el ambiente y la sociedad (Altieri, citado por Román y Sánchez 2022).

La experiencia vivida en países y regiones que han adoptado este tipo de modelos basados en el uso de tecnología intensiva, señala que éstos han conducido a una severa crisis socio-ambiental, con agotamiento y contaminación de los recursos naturales a un ritmo acelerado, y destacando que en zonas agrícolas con cultivos comerciales, la contaminación por agroquímicos es

alarmante, mientras que en el ámbito socioeconómico, los niveles de pobreza son preocupantes, ya que además de existir altos niveles de expulsión de mano de obra, se agrega un grave deterioro social y organizativo de las comunidades (Mäsera *et al*, citado por Cathedra et Scientia 2016).

Por otro lado Martínez *et al*, citado por Cathedra et Scientia (2016), menciona que la incorporación de actividades productivas y tecnologías alternativas, permiten aprovechar al máximo el potencial de uso del suelo y de los recursos naturales, mejorando en su conjunto la sustentabilidad de los sistemas agrícolas.

Desde nuestro punto de vista, la definición más adecuada a la realidad que analizamos debería sustentarse en la relación entre territorio, patrimonio y desarrollo, de forma que exista una adecuada interpretación de la visión que ofrece el patrimonio en sentido amplio para insertarse e influir en políticas públicas que se planifiquen enfocadas al desarrollo local, es el cultivo de la piña en sus vertientes económica, social y patrimonial (Arzola *et al*. 2020).

2.1.9. Principales innovaciones tecnológicas

2.1.9.1. Ácido jasmonico

El ácido jasmónico (JA), moléculas relacionadas y sus derivados, todos llamados jasmonatos (JAs), son compuestos de origen lipídico de estructura molecular similar a la de las prostaglandinas en animales. Actúan como moléculas señal de las respuestas de las plantas a diversas situaciones de estrés (heridas, ataque por patógenos y plagas, exposición a sequía y ozono) y participan en diversos procesos del crecimiento y desarrollo (Creelman y Mullet ; Farmer *et al*. citado por Jordán y Casaretto 2006).

Según González *et al*, citado por Moreno *et al*. (2017), la tecnología de micropropagación es una herramienta eficaz, con muchas ventajas sobre la técnica tradicional de propagación vegetal, por permitir la obtención de un gran número de vitroplantas en poco tiempo y con mejor calidad. Le da gran versatilidad y la posibilidad para su uso en diversos fines en la agricultura la utilización de AJ a dosis de 1 m·g^L-1 obedece a los resultados previamente logrados

La variedad MD-2 de (ananas comosus), es de gran importancia a escala mundial, como resultado de programas locales de siembra, se estima que hasta 2020 se destine a su cultivo unas 2500 hectáreas, lo cual contribuirá a acrecentar los contratos comerciales internacionales y los mercados internos y externos, debido a que todavía se producen frutas que no cumplen los requerimientos exportables. Esta necesidad de incrementar su producción requiere una alta densidad de plantación en un mundo donde el área de tierra cultivable es limitada (Moreno et al. 2017).

El estrés que sufren las plantas en la fase de a climatización se podría mejorar con la aplicación del Ácido Jasmónico (AJ), compuesto que es parte de la familia de los jasmonatos, fitohormonas lipídicas, derivados oxigenados de los ácidos grasos linoleico y linolénico, principalmente, los cuales actúan como moléculas señalizadoras de las plantas a numerosas situaciones de estrés (Rojo et al. 1999, Ziqiang citado por Moreno et al. 2017).

De esta manera la aplicación de AJ sobre piña controla de modo significativo el ataque de plagas dañinas al cultivo por constituir el agente. Esto no parece deberse a un efecto insecticida sino a la inducción de mecanismos de resistencia metabólica en la planta (Altuna et al. 1995).

2.1.9.2. Malla sombra

Para evitar y contrarrestar estas causas, problemas y sus consecuencias sobre las plantas y frutos de piña, el INIFAP ha evaluado y propuesto el uso de la malla-sombra plástica en este cultivo. Esta tecnología está dirigida a brindarle a las plantas mejores condiciones de temperatura y humedad, al reducir el exceso de radiación solar que incide sobre las plantaciones que desarrollan en campo abierto. Entre sus ventajas, están: genera un microambiente que mantiene valores más aceptables y homogéneos de temperatura y humedad para el crecimiento de la planta durante el periodo de protección; permite reducir las temperaturas excesivas y disminuir la velocidad de los vientos fuertes (“norte” y “suradas”), que cuando son “secos” deshidratan al suelo, plantas y frutos en sus diferentes etapas del ciclo (Torral et al. 2013).

En la última década han surgido en el mercado mallas de colores que debido a sus propiedades fotométricas mejoran el aprovechamiento de la

radiación solar en los cultivos protegidos. En este trabajo se evaluó la influencia de cinco mallas sombra sobre la transmisión de radiación fotosintéticamente activa (RFA), la temperatura y la humedad relativa del aire, el crecimiento de plantas y el rendimiento de fruto (Ayala *et al.* 2015).

Por tales motivos y como parte en la solución de las exigencias del mercado externo y en beneficio también del productor y consumidor nacional, el INIFAP propuso el uso combinado del acolchado plástico y la malla-sombra plástica, como innovaciones tecnológicas generadas y adaptadas por el Grupo de Investigación en Piña. Se debe remarcar que este uso combinado o complementario disminuye significativamente la utilización de mano de obra para el control de malezas y la protección del fruto, lo que permite aumentar la disponibilidad de personal para otras actividades más importantes o urgentes en el cultivo (Toral *et al.* 2013).

Desafortunadamente el uso de estos métodos convencionales para la protección del fruto provoca la contaminación de los campos de producción y sus alrededores por restos de periódico, rafia y bolsas plásticas. Tampoco impiden

Al parecer el tapado de fruto convencional tiende a contaminar la fruta bajando su calidad que debe de estar en perfectas condiciones para la exportación haciendo que una de la característica importante del acostado plástico y malla sombra una innovación importante para el cultivo de piña

la afectación de la apariencia de los frutos supuestamente protegidos, ya que éstos presentan evidentes daños o efectos negativos en su desarrollo, forma, turgencia, color y calidad interna, los cuales no son bien vistos por los comercializadores y consumidores y dificultan su venta, principalmente el estricto mercado de exportación (Toral *et al.* 2013).

Esta estrategia basada en la incorporación de tecnología aplicada en las diferentes etapas del proceso productivo de piña continúa hasta nuestros días, donde en algunos casos el riego por aspersión ha sido sustituido por el de goteo pudiéndose regar una mayor superficie y hacer un uso más eficiente del agua en aquellos cultivos que utilizan acolchado plástico y malla sombra, estas tecnologías a la vez permiten reducir la erosión del suelo provocadas por el aire

y el agua y evitan daños a las plantas causados por el paso del personal al momento de proteger la fruta (Toral *et al.* 2013).

2.1.9.3. Encerado de piña

El encerado tiene como finalidad mejorar la presentación del producto, reduce las pérdidas de peso por efectos de la transpiración durante y después del almacenamiento, aumenta la vida útil y resalta el brillo natural de la piña, haciéndola más atractiva para el consumidor. Mejorar la calidad final de la piña, mediante la aplicación adecuada de prácticas de selección, clasificación y encerado; acondicionando el producto y resaltando su presentación en los puntos de venta (Hincapié 1998).

En las operaciones es importante disponer de un lugar adecuado dentro de las instalaciones, lo más higiénico posible, y que disponga de buena calidad de agua. Cuando se selecciona la piña es importante que no se vaya a contaminar de nuevo luego de realizada la limpieza, para evitar pérdida de tiempo. La clasificación de la piña resalta la calidad del producto pues se presenta uniformidad (Hincapié 1998).

2.1.9.4. Drones Agrícolas

La aplicación de tecnología de imágenes multiespectrales utilizando drones agrícolas en campos de piña, capturando datos a través de diferentes longitudes de onda de luz, permite identificar, entre otras cosas: Clorofila, Biomasa, Malezas, Modelo Digital de Elevaciones, Conjunto de Infrarrojos, Temperatura (Godoy 2024).

La industria agrícola ha adoptado tecnologías innovadoras para mejorar la productividad y sostenibilidad, y los drones se han convertido en aliados clave en este proceso. En el caso del cultivo de piña, el uso de drones ofrece ventajas significativas que revolucionan las prácticas tradicionales, en primer lugar, la monitorización de cultivos mediante drones permite una evaluación rápida y precisa del estado de las plantaciones. Equipados con cámaras multiespectrales, estos dispositivos pueden detectar tempranamente problemas como plagas, enfermedades o deficiencias nutricionales (Calderón 2024).

Los ejemplos más representativos son los satélites y los Drones agrícolas, estos últimos equipados con cámaras y sensores capturan imágenes y datos aéreos de los cultivos de piña., lo que permite la detección temprana de enfermedades, la estimación de la salud de las plantas y la planificación de la irrigación (Godoy 2024).

Innovaciones	Características
Ácido Jasmonico	Mejora la calidad de las plántulas
Malla Sombra	Previene las quemaduras por radiación solar
Drones agrícolas	Monitoreo del cultivo
Encerado de piña	Protección para mejor exportación

2.2. MARCO METODOLÓGICO

2.2.1. Método:

El presente documento investigativo presentado como componente práctico, se desarrolló a través de la recopilación de todo tipo de información, realizando una detallada investigación en las distintas páginas web de libre acceso, artículos científicos, tesis de grado, fuentes y documentaciones bibliográficas disponibles en distintas plataformas digitales.

Por terminado, cabe resaltar que toda la información obtenida fue efectuada mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, con el único objetivo de instaurar la información específica en correspondencia a este proyecto, que lleva por temática "Identificación del riesgo del mal uso de plaguicidas a la salud y al ecosistema en el ecuador" destacando así su importancia y fundamentos generales para el consentimiento académico y social del lector.

2.2.2. Metodología:

De acuerdo a las técnicas de investigación, la metodología que se empleará en este trabajo es de tipo exploratoria y explicativa. Exploratoria porque se centra en documentos ya existentes de donde se recopilará toda la

información y contenido del caso de estudio. Explicativa puesto que se detallará la relación que existe entre las variables de estudio que forman parte de la investigación.

2.3. RESULTADOS

Con los documentos consultados con anterioridad podemos decir que la importancia de un buen manejo de tecnología en agroecosistemas de piña logra que se obtenga una óptima producción al momento de la cosecha cuidando los suelos y mejorando la calidad del mismo

La investigación realizada indica que el ácido jasmonico es importante para la micropropagación invitro del cultivo porque ayuda a proteger a las plántulas, las cuales darán mejores resultados en los agroecosistemas de piña

Como se indicó el uso de la malla sombra sistema de sombreado es importante para seleccionar la densidad adecuada y considerar el clima local y las necesidades específicas de las plantas de piña al implementar esta técnica. Además, es fundamental monitorear regularmente las condiciones de cultivo para ajustar el uso de la malla sombra según sea necesario.

Los drones equipados con cámaras de alta resolución pueden sobrevolar los campos de cultivo de piña y capturar imágenes detalladas que permiten a los agricultores monitorear el crecimiento de las plantas, detectar enfermedades, identificar áreas con estrés hídrico o nutrientes deficientes, y realizar un seguimiento del desarrollo de la fruta.

2.4. DISCUSIÓN

De lo analizado se puede decir que un buen uso de tecnología en agroecosistema de piña brinda una mejor producción y cuidado del suelo, lo cual no coincide con lo mencionado por. (De Camino y Müller citado por Cathedra et Scientia 2016). Que indica que “Los distintos avances tecnológicos en materia agrícola, han tenido un impacto no sólo positivo, sino también negativo sobre la propia sustentabilidad de los sistemas; en casos como los monocultivos

intensivos de piña donde se presentan problemas de degradación de recursos ambientales, después de años de explotación, así mismo, daños como la salinidad y alcalinidad del suelo.

De lo visto se indica que el uso del ácido jasmonico es importante para la micropropagación invitro lo que coincide con lo mencionado por. (Moreno *et al.* 2017) que indica “El ácido jasmonico atenuó los efectos estresantes de la transición in vitro-ex vitro al promover hojas con menor pérdida de agua, menor concentración de clorofila y un proceso fotosintético más eficiente

El uso de la malla sombra en agroecosistemas de piña mejora el cuidado del fruto ya que no permite el ingreso de radiación directa al mismo lo que coincide con, Toral *et al.* (2013) que dice que “La malla sombra, esta tecnología a la vez permiten reducir la erosión del suelo provocadas por el aire y el agua y evitan daños a las plantas causados por el paso del personal al momento de proteger la fruta”.

El uso de drones es eficiente ya que facilita el control de los agroecosistemas de piña, supervisando el crecimiento vegetal, identificar enfermedades, detectar estrés hídrico o deficiencia de nutrientes, y seguir el desarrollo de la fruta lo cual no coincide con lo citado por, Gómez (2021) que comunica que “No fue posible evaluar la condición nutricional de las plantas de piña a partir de los resultados de las imágenes multiespectrales, sin embargo, se logró observar que los resultados de análisis foliares de laboratorio mostraron niveles óptimos y altos para los tres elementos en estudio (N, P y K)”.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. Conclusiones

1. En la presente investigación se dio a conocer que es importante un buen uso de la tecnología para una mejor producción de los (agroecosistema) de piña, cuidando también el uso de la misma y no sobreexplotar un recurso natural importante como es el suelo.

2. La innovación del uso del ácido jasmonico en la micropropagación invitro es eficiente porque ayuda a obtener una mejor calidad en las plántulas de piña.

3. La innovación de la malla sombra es muy eficaz en los agroecosistemas de piña ya que intensifica la protección del fruto recubriendo la superficie del cultivo, evitando así las quemaduras en las coronas y la erosión del suelo.

4. El innovador uso drones agrícolas en agroecosistemas de piña ayuda a observar superficialmente los posibles problemas que se pueden dar en el desarrollo de la fruta, como lo es una ausencia de nutrientes básicos en el cultivo entre otros.

5. El uso innovador del encerado de piña previene su maduración al momento de la exportación y protege al fruto al momento de utilizarlo.

3.2. Recomendaciones

1. Implementar el uso de ácido jasmonico para la propagación invitro en las plántulas de piña así mejorara la calidad de las mismas.

2. Utilizar la malla sombra para una mejor protección al cultivo y no generar quemaduras de sol que disminuye la calidad del producto

3. Añadir tecnologías como drones y sistemas de información geográfica (SIG) para mapear la variabilidad del suelo y de los cultivos en la plantación de piña. Esto te permite tener un control del cultivo más eficiente.

4. REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1. BIBLIOGRAFIA

- Aguirre, D; Arboleda, E. 2008. Impacto ambiental del cultivo de piña y características de éste (caso Siquirres). s.l., s.e. Disponible en https://www.ambientico.una.ac.cr/wp-content/uploads/tainacan-items/5/18437/177_3-8.pdf.
- Altieri, M. 2001. Agroecología bases científicas para una agricultura sustentable. s.l., Editorial Nordan–Comunidad. Disponible en <https://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/10/Libro-Agroecologia.pdf>.
- Altuna, B; Michelena, G; Eng, F; Almeida, G; Klibansky, M. 1995. Obtención de ácido jasmonico a partir de botryodiplodia theobromae por cultivo sumergidoefecto en la agricultura. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.30452.76162>.
- Arzola, L; Fis, Y; González, K; Barreda, L; Pie O’Farril, E. 2020. Desarrollo local y patrimonio en los sistemas de innovación agropecuaria en Ciego de Ávila: el cultivo de la piña. DOI: <https://doi.org/10.56451/10334/5441>.
- Ayala, F; Sánchez-Madrid, R; Partida-Ruvalcaba, L; Yáñez-Juárez, M; Ruiz-Espinosa, F; Velázquez Alcaraz, T; Valenzuela-López, M; Parra-Delgado, J. 2015. Producción de pimiento morrón con mallas sombra de colores. 38(1). Disponible en https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802015000100012.
- Benavente, J. 2004. Innovación tecnológica en Chile dónde estamos y qué se puede hacer. (295). Disponible en <file://InnovacionTecnologicaEnChileDondeEstamosYQueSePued1064741.pdf>
- Calderon, J. 2024. Optimizando la agricultura de piña con drones: un vuelo hacia la eficiencia (en línea). Disponible en <https://agroteccr.com/optimizando-la-agricultura-de-pina-con-drones-un-vuelo-hacia-la-eficiencia/>.
- Carmona, J. 2016. Implementación de alternativas tecnológica en piña (Ananas comosus) para el fortalecimiento del sector del piñero en Arauca (en línea). s.l., Universidad de La Salle, Yopal, Casanare. Disponible en https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenieria_agronomica/54.
- Carpio, L. 2018. El uso de la tecnología en la agricultura. 2(14). Disponible en <file:///C:/Users/victor/Downloads/70-Texto%20del%20art%C3%ADculo-507-1-10-20191022.pdf>.
- Cathedra et Scientia, IJ. 2016. Un espacio para divulgar el trabajo de los docentes y estudiantes universitarios de México e Iberoamérica. 1(2). Disponible en http://www.profesoresuniversitarios.org.mx/catedra_ciencia_int

ernational_journal/volumen01_numero_02_catedra_y_ciencia_internatio
nal_journal.pdf#page=63.

- Correa, J; Ledesma Cervantes, J; Peñaherrera Larenas, F. 2019. Importancia de la innovación y creatividad en el desarrollo de productos. (en línea). 3(22). Disponible en <file:///C:/Users/victor/Downloads/122-Texto%20del%20art%C3%ADculo-468-1-10-20191018.pdf>.
- Creelman, R; Mullet, J. 1997. Biosynthesis and action of jasmonates in plants. (en línea). DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.48.1.355>.
- De Camino, R; Müller, S. 1993. Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales: bases para establecer indicadores (en línea). Disponible en <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/8137/BVE19040265e.PDF?sequence=1&isAllowed=y>.
- De la Torre, S. 1998. Cómo innovar en los centros educativos: estudio de casos. s.l., s.e.
- Farmer, E; Alméras, E; Krishnamurthy, V. 2003. Jasmonates and related oxylipins in plant responses to pathogenesis and herbivory (en línea). DOI: [https://doi.org/10.1016/s1369-5266\(03\)00045-1](https://doi.org/10.1016/s1369-5266(03)00045-1).
- Fuentes, R. 2005. Everett M. Rogers (1931-2004) y la investigación Latinoamericana de la comunicación (en línea). (4). Disponible en <https://www.scielo.org.mx/pdf/comso/n4/0188-252X-comso-04-93.pdf>.
- García, A. 1994. La tecnología generada en piña es fruto de una serie de proyectos de investigación y ajuste de tecnología que se adelantaron en la modalidad de investigación en fincas de agricultores, con el fin de obtener recomendaciones ajustadas a las condiciones climáticas y edafológicas. s.l., s.e. Disponible en <http://hdl.handle.net/20.500.12324/31300>.
- García, E; Flego, f. 2008. Agricultura de Precision (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://www.palermo.edu/ingenieria/downloads/pdfwebc&T8/8CyT12.pdf>.
- García, J. 2020. La difusión de las innovaciones en los medios de comunicación: claves de un proceso (en línea, sitio web). Disponible en <https://mip.umh.es/blog/2020/11/10/difusion-innovaciones-medios-claves-proceso/>.
- Godoy, J. 2024. "Drones agrícolas, clave para la adopción y transición hacia la agricultura 4.0 en México" (en línea). s.l., s.e. Disponible en https://infotec.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1027/637/1/INFO_TEC_MDETIC_JMGN_23022024.pdf.
- Gómez, A, J. 2021. Evaluación del uso de imágenes multiespectrales como herramienta para la predicción del estado nutritivo y riesgo de floración natural en el cultivo de piña (ananas comosus). s.l., Instituto tecnológico de costa rica campus tecnológico local san carlos. 49 p. Disponible en

file:///C:/Users/victor/Downloads/evaluacion_uso_imagenes_multiespectrales_herramienta.pdf.

- González, J; Fundora, Z; Molina, L; Abdulnour, J; Desjardins, Y; Escalona, M. 2005. New contributions to propagation of pineapple (*Ananas comosus* L. Merr) in temporary immersion bioreactors. 41(87-90). Disponible en <https://link.springer.com/article/10.1079/IVP2004603>.
- Herrera, T. 2006. Innovaciones tecnológicas en la agricultura empresarial mexicana. Una aproximación teórica. 12(1). Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/336/33612105.pdf>.
- Hincapié Usquiano, G. 1998. Manejo post-cosecha y comercialización de la piña (*Ananas comosus*). Disponible en <https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/5947>
- Jiménez, A; Camargo, D; García, D. 2020. Sistema inteligente para el manejo de malezas en el cultivo de piña con conceptos de agricultura de precisión. 17:3. DOI: <https://doi.org/10.19053/01228420.v17.n3.2020.10830>.
- Jordán, M; Casaretto, J. 2006. Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Etileno, Ácido Abscísico, Brasinoesteroides, Poliaminas, Ácido Salicílico y Ácido Jasmonico. s.l., s.e. Disponible en <http://listas.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Etileno,aba,jasmonico,brasino,.pdf>.
- Martínez, C; Ríos, M; Castillo, M. 2016. Propuesta para evaluar la sustentabilidad en agroecosistemas de piña en dos municipios del trópico mexicano. Disponible en http://www.profesoresuniversitarios.org.mx/catedra_ciencia_international_journal/0020_sustentabilidad_agrosistemas_pina_tropico_mexico.pdf
- Masera, O; Astier, M; López-Ridaura, S; Galván-Miyoshi, Y; Ortiz-Ávila, T; García-Barrios, L; García-Barrios, R; González, C; Speelman, E. 2000. Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional. s.l., s.e.
- Moreno, A; Rodríguez, I; González, L; Mangar, A. 2017. Ácido jasmónico como regulador de estrés en vitroplantas de piña cultivar MD-2 en la fase de aclimatización. Disponible en <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/105/141>.
- Pinto, M. 2012. El cultivo de la piña y el clima en el ecuador (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://www.inamhi.gob.ec/meteorologia/articulos/agrometeorologia/EI%200%20cultivo%20de%20la%20pi%C3%B1a%20y%20el%20clima%20en%20el%20Ecuador.pdf>.
- Polo, D. 2022. Factores que limitan la incorporación de tecnologías agrícolas en productores de piña en la región de la cuenca baja del Papaloapan. s.l., s.e. Disponible en

http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/4845/Polo_Villalobos_D_MC_IAS_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

- Pyburn, R; Woodhill, J. 2014. Dynamics of Rural Innovation a primer for emerging professionals. s.l., s.e. Disponible en <https://www.kit.nl/wpcontent/uploads/2018/08/54b7d397a31e6Dynamics-of-Rural-Innovation-reduced.pdf>.
- Rogers, E; Singhal, A; Quinlan, M. 2008. Diffusion of Innovations. 2 ed. s.l., s.e. Disponible en <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9780203887011-36/diffusion-innovations-everett-rogers-arvind-singhal-margaret-quinlan>.
- Rojo, E; León, J; Sánchez-Serrano, J. 1999. Cross-talk between wound signalling pathways determines local versus systemic gene expression in Arabidopsis thaliana. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-313x.1999.00570.x>.
- Román, G; Sánchez, J. 2022. Propuesta de implementación de herramientas de manejo del paisaje como aporte al desarrollo rural sostenible en una finca productora de piña (ananas comosus) del municipio de monterrey, casanare.. s.l., Universidad El Bosque. Disponible en <https://repositorio.unbosque.edu.co/server/api/core/bitstreams/320b6cf5-494d-4516-9a20-75a29a97ccea/content>.
- Romero, I. 2021. Diagnóstico de los predios agropecuarios que conforman la granja santa inés de la utmach. 9(3). Disponible en <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/508/484>.
- Samaniego, M. 2020. Incidencia de exportación de productos no tradicionales en la balanza comercial del Ecuador, período 2013-2017. s.l., Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Económicas. . Disponible en <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/f65e364a-01da-4857-bce6-c769c2755492/content>.
- Toral, M; Uriza, D; López, J. 2013. Acolchado plástico y malla-sombra: innovaciones tecnológicas en la producción de piña MD-2 (Ananas comosus var. comosus) para el mercado de exportación. s.l., s.e. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Marco-Toral/publication/341494667_Acolchado_plastico_y_malla-sombra_innovaciones_tecnologicas_en_la_produccion_de_pina_MD-2_Ananas_comosus_var_comosus_para_el_mercado_de_exportacion/links/5ec429faa6fdcc90d685cbca/Acolchado-plastico-y-malla-sombra-innovaciones-tecnologicas-en-la-produccion-de-pina-MD-2-Ananas-comosus-var-comosus-para-el-mercado-de-exportacion.pdf.
- Ziqiang, Z. 2014. Molecular basis for jasmonate and ethylene signal interactions in Arabidopsis. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/eru349>.

4.2. Anexos

Figura 1. Drones utilizados en el cultivo de piña



Fuente: de Carrasco 2003.

Figura 2. Encerado de piña



Fuente: de Sinai 2019.

Figura 3. Malla sombra protectora del cultivo de piña



Fuente: Registrado con base en Garcia 2011.