



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



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del examen de carácter Complexivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

TEMA:

Uso de tecnologías innovadoras para el incremento de la producción de palma aceitera *Elaeis guineensis* Jacq.

AUTORA:

Roxana Isabel Guerrero Peralta

TUTORA:

Lcda. Martha Uvidia Vélez, MSc.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2024

RESUMEN

El uso de tecnologías innovadoras en la producción de palma aceitera ha aumentado significativamente la eficiencia y productividad de este sector agrícola. Estas tecnologías van desde la gestión agronómica hasta la optimización de procesos y aumentar los rendimientos de forma sostenible. En el manejo agronómico, los sistemas de información geográfica y de teledetección se pueden utilizar para monitorear las condiciones de los cultivos, identificar áreas problemáticas y tomar acciones de manejo precisas. Esta investigación tiene como propósito describir el uso de las tecnologías innovadoras para el incremento de la producción de palma aceitera. La metodología se basó en información bibliográfica actualizada proveniente de artículos científicos, sitios web especializados y bibliotecas virtuales de renombre. Los resultados obtenidos sobre el uso de drones, sensores, tecnología móvil y sistema de información geográfica, permitiendo respuestas rápidas y efectivas. Además, la implementación de sistemas de riego inteligentes basados en sensores optimiza el consumo de agua, aumenta la eficiencia hídrica y reduce el impacto ambiental. Donde se concluye que las tecnologías de precisión, como la agricultura de precisión, también pueden hacer un uso más eficiente de insumos como fertilizantes y pesticidas químicos, reduciendo costos y riesgos ambientales. Estos avances tecnológicos han permitido una gestión más precisa de los cultivos, con sistemas de análisis de suelos que indican las necesidades exactas de nutrientes, evitando así el uso excesivo de fertilizantes.

Palabras claves: productividad, datos, aceite, plantaciones.

SUMMARY

The use of innovative technologies in oil palm production has increased significantly the efficiency and productivity of this agricultural sector. These technologies range from agronomic management to process optimization and increasing yields in a sustainable way. In agronomic management, remote sensing and geographic information systems can be used to monitor crop conditions, identify problem areas, and take precise management actions. The purpose of this research is to describe the use of innovative technologies to increase oil palm production. The methodology was based on updated bibliographic information from scientific articles, specialized websites and renowned virtual libraries. The results obtained on the use of drones, sensors, mobile technology and geographic information system, allowing quick and effective responses. Furthermore, the implementation of smart irrigation systems based on sensors optimizes water consumption, increases water efficiency and reduces environmental impact. Where it is concluded that precision technologies, such as precision agriculture, can also make more efficient use of inputs such as chemical fertilizers and pesticides, reducing costs and environmental risks. These technological advances have allowed more precise management of crops, with soil analysis systems that indicate the exact needs of nutrients, thus avoiding excessive use of fertilizers.

Keywords: productivity, data, oil, plantations.

INDICE GENERAL

RESUMEN	II
SUMMARY	III
INDICE GENERAL	IV
1. CONTEXTUALIZACION	1
1.1 Introducción	1
2. DESARROLLO	6
2.1. Marco conceptual	6
2.1.1 Generalidades del cultivo de palma aceitera.....	6
Origen	6
Características botánicas de la palma aceitera.....	6
2.1.2 Producción de palma de aceite en Ecuador.....	7
2.1.3. Tecnología que avanza en el cultivo de palma aceitera.....	8
2.1.4. Uso de tecnologías innovadoras más adecuadas para el incremento de la producción de palma aceitera.	9
Drones y teledetección agrícola.....	10
Sensores inteligentes.....	12
Adopción de tecnologías de riego en el cultivo de palma aceitera.	13
2.1.5 Estrategias de la tecnología e innovación en la agricultura.....	16
2.2 Marco Metodológico.....	18
2.3 Resultados.....	18
2.4 Discusión de resultados.....	19
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	20
3.1 Conclusiones	20
3.2 Recomendaciones	21
4. REFERENCIAS Y ANEXOS.....	22
4.1. Referencias bibliográficas	22
4.2. Anexos.....	25

INDICE DE FIGURA

Figura 1 Variables que influyen en la adopción de tecnologías de riego en el cultivo de palma aceitera.	13
Figura 2 Aplicación de la innovación tecnológica en la industria del aceite de palma.....	15
Figura 3 Procesos del manejo de la palma.....	16

1. CONTEXTUALIZACION

1.1 Introducción

La palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) desempeña un papel fundamental en la industria agrícola global, siendo una fuente primordial de aceite vegetal utilizado en diversos productos de consumo diario. Sin embargo, el crecimiento constante de la demanda mundial ha generado la necesidad prevalente de encontrar soluciones innovadoras y sostenibles con el fin de incrementar la producción de este cultivo esencial.

La palma aceitera exhibe una relevancia global al constituir una fuente crucial de ingresos para diversos países productores, entre los cuales destacan Indonesia y Malasia, estos dos actores destacan como importantes participantes a nivel mundial en la producción de esta planta esencial. La producción de aceite de palma es esencial para los mercados económicos de estos países, generando empleo y contribuyendo de manera significativa a los ingresos por exportaciones. Según antecedentes de la FAO en el año 2019, los principales productores de palma africana o aceite de palma fueron Indonesia (59.7 %), Malasia (24 %), Tailandia (4.1 %), Nigeria (2.4 %) y Colombia (2 %), concentrando conjuntamente el 92.3 % de la producción a nivel global (INTAGRI 2021).

En el ámbito local, la palma aceitera experimenta un notorio auge, lo que destaca la importancia de implementar un control eficiente sobre las diversas especies de insectos que amenazan este cultivo. Se han desarrollado estrategias exhaustivas para gestionar de forma efectiva la producción local. La magnitud del desafío de las plagas sugiere que su gravedad podría aumentar con el tiempo, planteando la posibilidad de que el problema sea más grave en los próximos años. Como consecuencia, se intensificará la lucha contra las plagas, evidenciando la necesidad crucial de abordar de manera proactiva y enérgica este desafío para preservar la vitalidad y sostenibilidad del cultivo de palma aceitera (Calvache 2000).

En el ámbito de la transformación sostenible en la obtención de la palma aceitera mediante el uso de tecnologías innovadoras, la integración de estas no solo busca incrementar la eficiencia en los procesos agrícolas, sino también abordar desafíos críticos, como la gestión ambiental y la optimización de recursos. Este enfoque se rige como una respuesta proactiva a la creciente demanda, y a la lucha por asegurar la sostenibilidad a largo plazo en la producción de palma de aceite.

El uso de tecnologías innovadoras en la producción de palma aceitera no solo impulsa la eficiencia y la rentabilidad, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental y al cumplimiento de estándares internacionales, aspectos cada vez más críticos en la industria agrícola moderna. La adopción de prácticas agrícolas sostenibles, facilitadas por estas tecnologías, ayuda a reducir la huella ambiental de la producción de palma aceitera,

La adopción de tecnologías innovadoras es clave para incrementar la producción de palma aceitera, brindando ventajas sustanciales en eficiencia y sostenibilidad. Herramientas como drones, sensores remotos y sistemas de información geográfica permiten monitorear detalladamente las plantaciones, detectando precozmente plagas, enfermedades y condiciones adversas. Esta información en tiempo real agiliza la toma de decisiones, optimizando la gestión agrícola y reduciendo riesgos. La automatización en la recolección y procesamiento de datos disminuye la dependencia de mano de obra manual, mejorando la calidad del producto final.

Con la integración de sensores de humedad y nutrientes en el suelo, los agricultores pueden monitorear en tiempo real las condiciones de crecimiento de las plantas, optimizando así el uso de recursos y mejorando la condición de los cultivos para promover un estado óptimo. La combinación de datos recopilados por drones y sensores se integra hábilmente en sistemas de información geográfica, proporcionando una representación visual y espacial de la salud de las plantaciones. Además, el riego telemático basado en datos en tiempo real garantiza una aplicación precisa y eficiente del agua, contribuyendo a la conservación de este recurso vital.

1.2 Planteamiento del problema

La producción de palma aceitera se encuentra en una encrucijada crítica, enfrentando desafíos ambientales y sociales que están intrínsecamente ligados a su cultivo, a pesar de su significativa importancia económica a nivel global. La expansión de los sembradíos de palma ha dejado un rastro histórico de deforestación, pérdida de biodiversidad y alteración de ecosistemas naturales. La presente investigación se sumerge en la apremiante necesidad de una transformación sostenible en la producción de palma aceitera, destacando el papel crucial que desempeñan las tecnologías innovadoras en este proceso.

La adopción de tecnologías avanzadas emerge como una estrategia esencial para elevar la producción de palma aceitera de manera sostenible. No obstante, la implementación efectiva de estas tecnologías requiere un análisis meticuloso de los desafíos y obstáculos que actualmente enfrenta la industria, abarcando desde la gestión ambiental hasta la eficiencia en el uso de recursos, así como las implicaciones sociales de las prácticas agrícolas.

La producción de palma aceitera en el Ecuador es relativamente baja en comparación con otros países productores de palma, como Indonesia y Malasia. Sin embargo, existen algunas áreas en el país donde se cultiva esta planta, como la provincia de Esmeraldas, en la región norte del Ecuador. Además, hay algunas plantaciones más pequeñas distribuidas en otras partes del país, como en las provincias de Los Ríos y Santo Domingo. A pesar de esto, la producción de palma aceitera es limitada en comparación con otros cultivos agrícolas importantes en el país, como el banano y el cacao.

1.3 Justificación

El presente trabajo bibliográfico pretende proporcionar la información relevante de la transformación sostenible en la producción de palma aceitera a través de tecnologías innovadoras; radica en la urgencia de mitigar los efectos negativos que esta industria ha generado tanto en el medio ambiente como en las comunidades locales. La relevancia de esta investigación se fundamenta en varios aspectos cruciales:

El uso de tecnología para incrementar la producción de palma aceitera se justifica por sus numerosos beneficios en términos de eficiencia agrícola y sostenibilidad. La introducción de tecnología proporciona herramientas precisas para la gestión de recursos agrícolas, lo que permite un uso más eficiente del agua, los fertilizantes y los pesticidas. Además, la automatización y optimización de procesos, como la cosecha y el procesamiento, no solo aumentan la productividad, sino que también reducen los costos laborales asociados.

La tecnología también juega un papel fundamental en el perfeccionamiento de la excelencia del producto final mediante la implementación de métodos de extracción avanzados y sistemas de control de calidad. Asimismo, las herramientas tecnológicas simplifican la recopilación e interpretación de datos, facilita la toma de decisiones informadas y promueve una gestión agrícola más inteligente y adaptable.

La justificación para la revolución sostenible en la producción de palma aceitera mediante tecnologías innovadoras reside en la necesidad imperativa de equilibrar la prosperidad económica con la preservación ambiental y la responsabilidad social, creando un modelo de producción más ético y sostenible para las generaciones futuras.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Describir el uso de las tecnologías innovadoras para el incremento de la producción de palma aceitera.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Detallar el uso de las tecnologías innovadoras más adecuadas para el incremento de la producción de palma aceitera.
- Analizar la importancia de las tecnologías en el incremento de la producción de palma aceitera.

1.5 Línea de la investigación

La presente investigación está enfocada dentro de los dominios de la Universidad Técnica de Babahoyo de: Recurso agropecuario, ambiente, Biodiversidad y Biotecnología. La temática de la presente investigación es: “Uso de tecnologías innovadoras para el incremento de la producción de palma aceitera”, el mismo que se encuentra enfocado en la línea de investigación: Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable en la sublínea de: Agricultura sostenible y sustentable.

2. DESARROLLO

2.1. Marco conceptual

2.1.1 Generalidades del cultivo de palma aceitera

Origen

La palma de aceite, proviene de Guinea Occidental, en África Occidental Fue llevada a la América Tropical por los colonizadores y comerciantes de esclavos portugueses durante los viajes transatlánticos del siglo XVI. Es una planta perenne típica de climas tropicales, por lo que prospera mejor en áreas con condiciones húmedas. Sin embargo, también puede adaptarse en regiones subhúmedas tropicales con la ayuda de riego (FEMEXPALMA 2017).

Características botánicas de la palma aceitera

La palma de aceite, al igual que muchas especies de su género *Elaeis*, presenta un tallo alto y único conocido por estipe. Sus inflorescencias se presentan en las axilas de las hojas, las cuales son grandes y de tipo pinnado compuesto, con folíolos que se desprenden del raquis en dos planos regulares y tienen forma lanceolada. Es una planta perenne y puede vivir más de 100 años en su estado natural, pero en cultivo se limita su ciclo hasta los 25 años, llegando alcanzar una altura de unos 12 metros. En su ambiente natural, puede desarrollarse aún más, superando los 40 metros. Su fruto es una drupa conocida como nuez de palma, que se desarrolla en infrutescencias de gran tamaño (Naturalistec 2009).

La planta de la palma presenta hoja de tipo pinnada simple, con folíolos lineales a cada lado del pecíolo. Siendo el pecíolo, más corto que el raquis, presenta solo espinas laterales y pequeños folíolos con restos de láminas en su unión con el raquis. La distancia de los pecíolos puede variar ampliamente. Se mantienen con una coloración verde durante un tiempo prolongado y pueden tener entre cien y ciento sesenta pares de folíolos a lo largo del raquis central de la hoja (Guaron 2011)

Ecuador ha optado por utilizar aceite de palma como su principal aceite vegetal para aumentar su producción y, más recientemente, ha optado por utilizar aceite de palma como materia prima para la producción de biocombustibles. El país actualmente ocupa el séptimo lugar en el mundo y es el segundo productor de aceite crudo de palma en Latinoamérica, tras Colombia. El objetivo fundamental de la introducción de la palma aceitera en Ecuador en 1953 fue disminuir las importaciones de aceite de palma cruda (CPO), el cual se utiliza localmente hasta el momento presente. En el Oeste del país, en particular en Santo Domingo, La Concordia, Quinindé y Quevedo, se establecieron las primeras plantaciones de palma (Potter 2013).

2.1.2 Producción de palma de aceite en Ecuador

En el año 2019, Ecuador produjo aproximadamente 1,18 millones de toneladas de palma aceitera, ubicándose en el tercer lugar en Latinoamérica en términos de producción, después de Colombia y Guatemala. La provincia de Esmeraldas posee la mayor extensión de cultivos de palma aceitera, seguida por Los Ríos y Santo Domingo. No obstante, a diferencia de otros países, en Ecuador se ha observado una tendencia a la reducción de la cantidad de hectáreas destinadas al cultivo de palma aceitera en los últimos años. Esta disminución se atribuye principalmente al aumento de los costos de producción y al significativo impacto ambiental que conlleva la expansión de estas áreas en el país (Sergieieva K 2022).

Alto rendimiento de aceite. Una de las plantas oleaginosas más productivas en cuanto a rendimiento de aceite por hectárea de terreno cultivado es la palma aceitera. Esto lo convierte en una fuente rentable de aceite vegetal en comparación con otras opciones (Moncabay 2020).

El aceite de palma se utiliza en una amplia gama de productos, desde artículos de cuidado personal y alimentos hasta productos industriales. Por su textura y estabilidad, es un componente común en alimentos procesados como margarinas, galletas, helados y productos tostados (Moncabay 2020).

2.1.3. Tecnología que avanza en el cultivo de palma aceitera

Los avances significativos en el cultivo de palma aceitera se deben a diversas tecnologías emergentes, que han modificado la forma en cómo se cultiva, cosecha y procesa esta importante planta. Una de las novedades más destacables es el uso de drones y tecnología de detección por satélite, que permite monitorizar de forma precisa y en tiempo real el estado de las plantas. Estos sistemas proporcionan información completa sobre la salud de las plantas, la detección de enfermedades, el rendimiento de los cultivos y la planificación de la cosecha, lo que ayuda a los agricultores a mejorar sus prácticas y aumentar la productividad (Proamazona 2019).

La agricultura de precisión también está revolucionando el cultivo de la palma aceitera al permitir una gestión más eficiente de los recursos. Los agricultores pueden realizar un mapeo detallado de sus plantaciones y aplicar insumos de manera personalizada según las necesidades específicas de cada área mediante el uso de sensores, dispositivos GPS y sistemas de información geográfica (SIG). Esto no sólo reduce los costos y el impacto ambiental, sino que también mejora la calidad final del producto al garantizar una gestión más precisa de fertilizantes y pesticidas (Proamazona 2019).

Esto permite a los agricultores monitorear y regular de forma remota los sistemas de riego, la maquinaria agrícola y las condiciones ambientales, incluido el contenido de humedad y la temperatura del suelo. La recopilación de datos en tiempo real facilita la toma de decisiones basadas en información actualizada, lo que mejora la eficiencia operativa y la gestión de riesgos en el proceso de producción de palma aceitera. Al igual, estas tecnologías están modificando la industria, lo que la hace más rentable, sostenible y resistente a los obstáculos causados por el cambio climático y la falta de recursos (Camacho 2022).

Los racimos esterilizados al ser sometidos a altas temperaturas mediante vapor de agua al llegar a la extractora. Esto facilita el desprendimiento de los frutos de los racimos y la separación del hueso. Posteriormente los frutos son digeridos o macerados mediante agitación para facilitar su posterior prensado. Este proceso

de maceración de la fruta mediante agitación permite facilitar a la postcosecha (Camacho 2022).

El uso de tecnología en maquinaria agrícola ha revolucionado los procedimientos de cribado, corte y mantenimiento de los cultivares de palma aceitera. Disponibles de cosechadoras automáticas especializadas a tractores con sistemas de navegación GPS, estas herramientas facilitan una mayor precisión y eficiencia en las operaciones agrarias, disminuyendo el tiempo de trabajo e incrementando la cantidad y calidad de la producción. Además, la incorporación de sistemas de automatización y control a los procesos de extracción y procesamiento del aceite de palma ha mejorado la eficiencia y la calidad del producto (Lideres 2023).

2.1.4. Uso de tecnologías innovadoras más adecuadas para el incremento de la producción de palma aceitera.

Según Propalma (2023), estos diferentes monitoreos ayudan al cultivo de palma para garantizar un cultivo de calidad como: Sistemas de monitoreo y sensibilización, drones de gran escala, sistemas de información geográfica (SIG), biología molecular y genética, robótica y automatización, avionetas aéreas y información de gestión y análisis predictivo.

Los avances tecnológicos e innovaciones en la agricultura han experimentado diversas transformaciones que han permitido a las áreas rurales incrementar la producción de palma aceitera y satisfacer las demandas de una población en crecimiento. El uso de tecnologías emergentes como computadoras, robótica, satélites, drones, dispositivos móviles, software y vehículos ha conducido a una gradual mecanización de las prácticas agrícolas. Este enfoque permite mejorar tanto la comercialización de los productos de palma aceitera como la gestión de las plantaciones (Envira 2020)

Las innovaciones tecnológicas han supuesto un cambio radical respecto a las tradiciones anteriores en los procesos agrícolas actuales. Estos nuevos enfoques tecnológicos son fundamentales, ya que pueden mejorar los rendimientos

y la producción agrícola a nivel mundial, al mismo tiempo que contribuyen al aumento de la productividad en las labores rurales (Pingali 2015).

En la agricultura, se está explorando el aprovechamiento de diversas tecnologías innovadoras para aumentar la producción de palma aceitera. Actualmente, estamos inmersos en un contexto de avances tecnológicos continuos, especialmente en el ámbito digital, como el uso masivo de datos (Big Data). También se está utilizando aplicaciones móviles que incorporan inteligencia artificial. Estas tecnologías están dando lugar a nuevos sistemas físicos, como el uso de drones y sensores, que son de gran utilidad en el proceso de siembra y contribuyen al desarrollo de la ciencia biológica en este sector (IICA 2018).

Drones y teledetección agrícola

Un número creciente de agricultores dedicados al cultivo de palma aceitera están optando por utilizar drones, ya que estos dispositivos tienen la capacidad de recopilar información precisa en gran cantidad sobre los cultivos. Esta información es de gran utilidad para tomar decisiones en la gestión de las plantaciones. En este mismo sentido, la teledetección agrícola permite obtener detalles específicos sobre la vegetación sin la necesidad de un contacto directo con las palmas aceiteras (Gonzales *et al.* 2015).

Los drones, abreviatura de vehículos no tripulados, pueden operar en el aire, en tierra o en el agua. Estos dispositivos están en constante desarrollo y su uso se ha expandido para cubrir una variedad de áreas del conocimiento humano, especialmente en la ciencia y la ingeniería. Los drones pueden ser clasificados desde distintos enfoques: según su propósito, el tipo de control que tienen o su diseño físico (Pino 2019).

En la actualidad, los drones han demostrado ser altamente beneficiosos en la agricultura, gracias a sus diversas capacidades en el campo. Estas incluyen la capacidad de identificar la salud de los cultivos, detectar y controlar incendios, monitorear migraciones animales, identificar áreas de pesca, así como controlar cultivos y cosechas. Además, los drones pueden brindar apoyo en la aplicación de

fertilizantes químicos, pesticidas y riego de forma precisa y oportuna en los cultivos (Gonzales 2022).

En el mercado existen diversos tipos de drones agrícolas, entre los que destacan los cuadricópteros multirrotor (con un tiempo de vuelo de aproximadamente 30 minutos y cubren unas 65 hectáreas por vuelo) y los de ala fija (con tiempos de vuelo que varían de 30 a 90 minutos y cubren entre 120 y 3800 hectáreas por vuelo). Un aspecto crucial a considerar son los sensores utilizados, los cuales capturan imágenes en los espectros rojo-verde-azul (RGB) y en infrarrojo cercano (NIR); estos no siempre están fabricados ni calibrados específicamente para su uso en agricultura (Patel 2016).

La importancia de los drones y la teledetección agrícola radica en el uso de tecnologías avanzadas para recopilar datos e información sobre los campos agrícolas de manera rápida, precisa y económica, estas tecnologías proporcionan a los agricultores una visión detallada de sus cultivos y terrenos, lo que les permite tomar decisiones informadas y estratégicas para mejorar la eficiencia, la productividad y la sostenibilidad de sus operaciones agrícolas (Pino 2019).

Funciones y capacidades de los drones agrícolas

Hay diferentes tipos de drones agrícolas que se emplean para analizar y tratar campos de cultivo según sea necesario, contribuyendo al incremento de la producción de palma aceitera. Esto incluye los drones de ala fija, los cuales son útiles para cubrir áreas extensas y mejorar la eficiencia en plantaciones extensas de palma aceitera. Por otro lado, están los multirrotos, que son más apropiados para superficies más reducidas, facilitando el monitoreo detallado y el tratamiento específico en áreas específicas de las plantaciones (Drones 2020).

Drones para fumigar

Es cada vez más frecuente presenciar drones realizando labores de fumigación en las plantaciones de palma aceitera. El empleo de sistemas aéreos no tripulados (UAS, por sus siglas en inglés) para esta tarea ofrece una serie de ventajas notables en comparación con los métodos convencionales. Los drones destacan por su alta precisión y velocidad, lo que les permite llevar a cabo las fumigaciones de manera automatizada y eficiente. Esta automatización no solo

reduce los costos del proceso, sino que también disminuye los riesgos para la salud de los trabajadores que participan en la producción de palma aceitera (Drones en agricultura: para qué y cómo se utilizan 2021).

La incorporación de tecnologías para el monitoreo y fumigación de cultivos tiene el potencial de incrementar la productividad agrícola de manera significativa. Aunque la implementación de un sistema de monitoreo puede ser costosa, existe la posibilidad de lograr el mismo objetivo a un costo más accesible mediante el uso de un vehículo aéreo no tripulado (VANT). Según una investigación llevada a cabo por Daniel Caballero en una finca en Estados Unidos, se ha determinado que la adopción de la agricultura de precisión puede aumentar la rentabilidad y reducir los riesgos asociados con los cultivos agrícolas (Caballero 2017).

La importancia de los drones para la fumigación radica en el uso de estas aeronaves no tripuladas equipadas con sistemas de pulverización para aplicar productos químicos, como pesticidas y herbicidas, de manera eficiente y precisa sobre los cultivos agrícolas (Drones 2020).

Sensores inteligentes

Los sensores inteligentes abarcan una amplia variedad de herramientas y tecnologías diseñadas para mejorar las actividades agrícolas, incluyendo aquellas relacionadas con la palma aceitera. Una de las tecnologías más destacadas en este campo es la inteligencia artificial, que cuenta con numerosas aplicaciones en la agricultura hasta la fecha. La inteligencia artificial se refiere a las capacidades de máquinas, sensores y computadoras para llevar a cabo tareas con gran precisión, lo que nos permite optimizar diversas actividades y mejorar el rendimiento en el cultivo de palma aceitera y otras áreas agrícolas (Cherlinka 2022).

La importancia de los sensores inteligentes se refiere a dispositivos electrónicos capaces de detectar y medir diferentes variables del entorno, como temperatura, humedad, presión, luz, sonido, movimiento y analizar los datos obtenidos para tomar decisiones de manera autónoma o enviar la información a sistemas externos para su posterior procesamiento (Cherlinka 2022).

Adopción de tecnologías de riego en el cultivo de palma aceitera.

Investigaciones realizadas se demuestra que el grado de aceptación de tecnologías en los sistemas de riego indicaron que el 85,5% de los agricultores no habían incorporado ninguna tecnología para gestionar de manera eficiente los recursos hídricos, mientras tanto el 14,5% habían comenzado a utilizar sistemas de riego por aspersión o por goteo. Siendo el riego por aspersión el más preferido por los agricultores. Se identificaron factores que influenciaron la adopción de tecnología basadas en una aproximación basada en redes neuronales. De las ocho variables consideradas en el modelo, tres mostraron valores estadísticamente significativos; los mayores niveles de significancia se observaron en las variables de edad del agricultor, tamaño de la plantación y acceso a servicios de asesoramiento agrícola (Figura 1) (Martínez *et al.* 2023).

La importancia de las tecnologías de riego en el cultivo de palma aceitera se refiere a la aplicación de sistemas y métodos de riego eficientes para asegurar un suministro adecuado y controlado de agua a las plantas para optimizar el crecimiento, el rendimiento y la calidad de los frutos, así como para garantizar la sostenibilidad y la rentabilidad de las plantaciones de palma (Envira 2020).

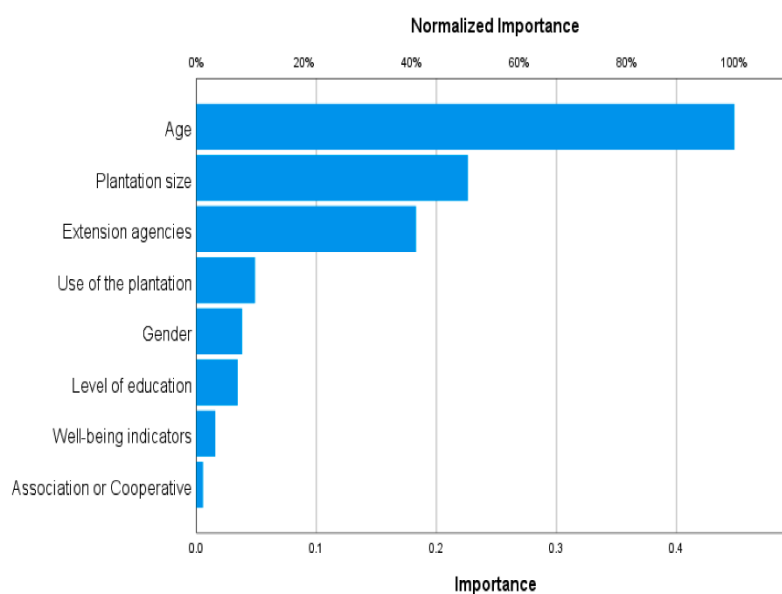


Figura 1 Variables que influyen en la adopción de tecnologías de riego en el cultivo de palma aceitera.

Fuente: (Martínez *et al.* 2023)

Tecnología móvil

La tecnología móvil se centra en la creación de una plataforma de comunicación digital bidireccional. Que nos permite mejorar la adopción de buenas prácticas agrícolas y reducir la vulnerabilidad a problemas fitosanitarios y, por otro lado, aumentar la productividad de pequeños y medianos productores. Esto se materializará a través de recomendaciones agronómicas útiles y oportunas. Este enfoque busca capacitar a los productores para que implementen mejoras en las prácticas ambientales y obtengan certificaciones de aceite de palma sostenible. Su objetivo principal es asegurar que los palmicultores amazónicos existentes no contribuyan a la expansión de la frontera agropecuaria, protejan los remanentes de bosques y fuentes de agua, y tengan acceso a conocimientos y tecnologías que faciliten la transición a una producción sostenible. En resumen, se busca que el cultivo de palma sea lo más sostenible posible (Proamazonia 2024).

La importancia de la tecnología móvil en la palma aceitera se refiere a la utilización de dispositivos móviles, como teléfonos inteligentes y tabletas, así como de aplicaciones y herramientas digitales específicamente diseñadas para mejorar la gestión y el monitoreo de las plantaciones de palma aceitera (Poder 2022).

Tecnológica en la industria del aceite de palma.

La aplicación de las nuevas tecnologías en la industria del aceite de palma, destacando la necesidad de una optimización más amigables con el medio ambiente e innovadores para respaldar una producción más rentable, con menor consumo de energía y menos dependencia de mano de obra. A pesar de estos avances, aún persisten desafíos relacionados con la preparación de los molineros para adaptarse a los cambios generados por estas innovaciones. Muchos pequeños propietarios y molineros argumentan que no pueden implementar estas innovaciones en sus operaciones diarias, principalmente debido a consideraciones de costo, incertidumbre sobre la efectividad de las innovaciones y las características específicas de sus plantaciones de palma aceitera (Figura 2) (Cheah 2023).

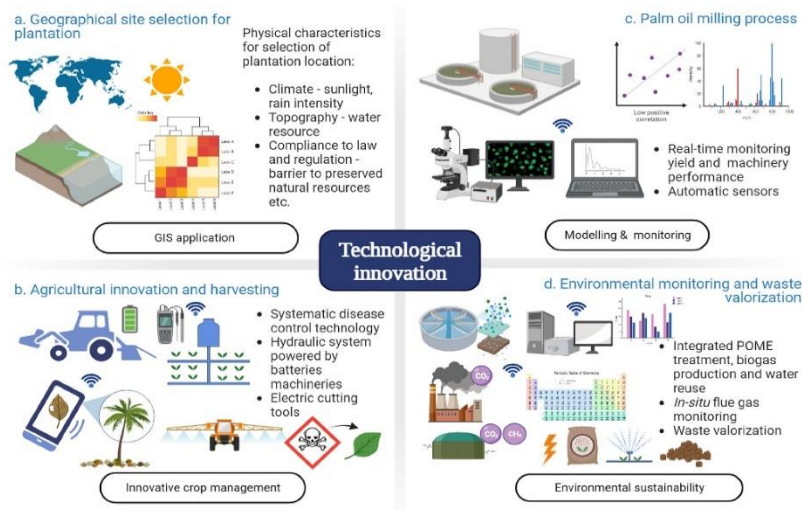


Figura 2 Aplicación de la innovación tecnológica en la industria del aceite de palma.

Fuente: (Cheah 2023)

Sistema de información geográfica en palma

La segunda tecnología que también ya entró a la agricultura, es la utilización de los sistemas de información geográfico o SIG. Estos sistemas son una colección de programas de computadoras que manejan datos espaciales. Permiten tener un conocimiento muy detallado de una zona, en este caso de una plantación, y de conservar de manera muy segura todos los datos georreferenciados disponibles. Permiten también el procesamiento de estos datos, el cruce entre diferentes tipos de datos, dándole así al usuario unos resultados útiles para las diferentes labores.

Sistema de manejo de información geográfica (Figura 3) que integra los procesos en el manejo de la palma como: de captura, almacenamiento, procesamiento y visualización de la información, en herramientas que apresuran y optimizan la gestión de la información agronómica de la palma, y de fácil acceso para el palmicultor (Cenipalma 2019).

La importancia del (SIG) en el cultivo de palma aceitera se refiere a la utilización de tecnología de georreferenciación y análisis espacial para recopilar, almacenar, gestionar, analizar y visualizar datos geoespaciales relacionados con las plantaciones de palma aceitera y su entorno (Saavedra 2017).



Figura 3 Procesos del manejo de la palma

Fuente: (Cenipalma 2019).

2.1.5 Estrategias de la tecnología e innovación en la agricultura.

En los años 80 se planteó la idea de emplear la tecnología e innovación como parte de una transformación digital, aprovechando más oportunidades mediante la implementación de estas estrategias (Villalobos 2015). Se mencionan las siguientes tecnologías innovadoras para aumentar la producción de palma aceitera:

- Adaptación de las prácticas agrícolas a los cambios espaciales en zonas rurales para mejorar la eficiencia en el uso del agua, el riego y los fertilizantes.
- En la década de 1990, los primeros sistemas en los Estados Unidos comenzaron a utilizar principalmente el sistema de posicionamiento global (GPS), el cual puede determinar con precisión la ubicación de los medidores.

- Un sistema informático que controla el agua puede medir de manera continua la cantidad de grano por metro cúbico y utilizar esta información para ajustar el riego.
- La información generada en mapas caracteriza el rendimiento en la finca y se emplea para identificar áreas con rendimientos anormalmente altos o bajos.
- Se pueden realizar mediciones adicionales, como análisis de nutrientes del suelo, detección de patógenos, evaluación de propiedades físicas, entre otros. Esto permite tomar decisiones sobre las prácticas de manejo más apropiadas a nivel local.

2.1.6. Ventajas de las tecnologías que an incrementado en palma aceitera.

Eos data (2022), algunas ventajas resultantes del uso de tecnologías incrementadas son

- Mejora en la eficiencia de la producción
- Reducción de costos
- Mayor precisión en la gestión de la plantación
- Mejora en la calidad del producto
- Sostenibilidad ambiental

Los productores de aceites comestibles, mantecas, margarinas, cosméticos y productos de limpieza se ven consecuencias de los costos elevados de la materia prima. Como resultado, la industria busca apoyo del gobierno para asegurar el suministro del mercado local y evitar un aumento de los precios al consumidor.

2.2 Marco Metodológico

Para la elaboración de este documento, se procedió a recopilar información actualizada proveniente de artículos científicos, sitios web especializados y bibliotecas virtuales de renombre. Estas fuentes ofrecieron una amplia gama de opiniones e ideas de diversos autores, lo que enriqueció y fortaleció el proceso de investigación. La temática central que se abordada es: "uso de tecnologías innovadoras para el incremento de la producción de palma aceitera *Elaeis guineensis* Jacq ", un tema de gran relevancia y que busca contribuir al avance en la producción agrícola sostenible.

Este trabajo se desarrolló bajo la modalidad de una investigación no experimental de carácter bibliográfico. Se emplearon técnicas como la síntesis, el análisis y el resumen para procesar de manera efectiva la amplia cantidad de información recopilada. Además, se llevó a cabo una evaluación crítica de las fuentes consultadas, asegurando la calidad y fiabilidad de los datos presentados. Con este enfoque riguroso, se espera que el documento resultante tenga un impacto significativo en la comprensión y aplicación de tecnologías innovadoras para el cultivo sostenible de la palma aceitera.

2.3 Resultados

La importancia de las tecnologías en el incremento de la producción de palma aceitera se refiere a cómo la aplicación y el desarrollo de tecnologías en el sector agrícola tienen un papel clave en aumentar la eficiencia, la productividad y la sostenibilidad de la producción de aceite de palma, este enfoque implica la utilización de avances tecnológicos en diversas áreas relacionadas con el cultivo, manejo y procesamiento de la palma aceitera para lograr resultados más significativos y beneficiosos.

También se destaca la importancia de adoptar y aprovechar las tecnologías disponibles para mejorar cada etapa de la cadena de producción de palma aceitera. Este enfoque no solo busca aumentar la cantidad de aceite producido, sino también hacerlo de manera eficiente, respetuosa con el medio ambiente y socialmente responsable.

En la actualidad la producción de la palma aceitera es un reto, por las diversas problemáticas que enfrenta este sector, que, gracias a la implementación y combinación de estas nuevas tecnologías como drones, sensores ha permitido a los palmicultores monitorizar los rendimientos y mantener un registro a tiempo real lo que sucede en su plantación.

El uso de las tecnologías innovadoras como los sistemas de riego inteligente, la aplicación de fertilizantes de precisión, la gestión integrada de plagas y enfermedades, la biotecnología y el análisis predictivo puede ser fundamental para aumentar la producción de palma aceitera de manera sostenible y rentable. Estas tecnologías pueden ayudar a los agricultores a optimizar el manejo de la plantación, mejorar la calidad de los cultivos y reducir los impactos ambientales negativos, contribuyendo así a un sector agrícola más eficiente y competitivo.

2.4 Discusión de resultados

La importancia de las tecnologías en el incremento de la producción de la palma aceitera es fundamental para comprender cómo la innovación y la aplicación de herramientas modernas pueden tener un impacto significativo en la industria. De acuerdo con Valle (2020), la implementación adecuada de tecnologías puede ser un catalizador importante para el incremento de la producción de palma aceitera. Sin embargo, es esencial abordar los desafíos éticos y ambientales, así como garantizar la capacitación y adopción efectiva por parte de la industria para lograr un crecimiento sostenible y responsable.

El uso de tecnologías innovadoras como la teledetección, los sensores inteligentes, el análisis de datos y la agricultura de precisión puede jugar un papel fundamental en el incremento de la producción de palma aceitera al proporcionar herramientas y enfoques más precisos y eficientes para la gestión y el manejo de las plantaciones. Conuerdo con Calvache (2020) que la adopción de estas tecnologías ayuda a los agricultores a optimizar el uso de recursos, mejorar la productividad y la calidad de los cultivos, y garantizar la sostenibilidad a largo plazo de la industria de la palma aceitera.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Conclusiones

El empleo de tecnologías innovadoras en el cultivo de palma aceitera, como drones, sistemas de teledetección y monitoreo, ha demostrado ser una herramienta eficaz para aumentar la producción y mejorar la eficiencia en la gestión de las plantaciones.

La implementación de sistemas de información geográfica (SIG) y el análisis de datos obtenidos a través de drones y sensores permiten una mejor comprensión de las condiciones del cultivo, lo que facilita la toma de decisiones para el manejo adecuado de las plantaciones.

El control y monitoreo de plagas y enfermedades mediante tecnologías como drones equipados con cámaras infrarrojas y sensores de temperatura, contribuye a la prevención de pérdidas y a una producción más sostenible.

El uso de tecnologías innovadoras en el cultivo de palma aceitera es una herramienta prometedora para mejorar la productividad y sostenibilidad de la industria. Su implementación adecuada y continua puede llevar a un incremento significativo en la producción de aceite de palma, contribuyendo así al desarrollo económico y alimentario de las comunidades donde se cultiva esta especie.

3.2 Recomendaciones

Nuevas tecnologías con herramientas específicas para el cultivo de palma aceitera. Esto incluye la mejora de drones especializados para la detección temprana de plagas y enfermedades, así como la implementación de sistemas de teledetección más avanzados para monitorear el estado de los cultivos en tiempo real.

Capacitar al personal y a los agricultores en el uso y mantenimiento de estas tecnologías. La formación adecuada en la operación de drones, análisis de datos y gestión de sistemas de información geográfica (SIG) será fundamental para maximizar los beneficios de estas herramientas y garantizar su correcta utilización en las plantaciones de palma aceitera.

4. REFERENCIAS Y ANEXOS

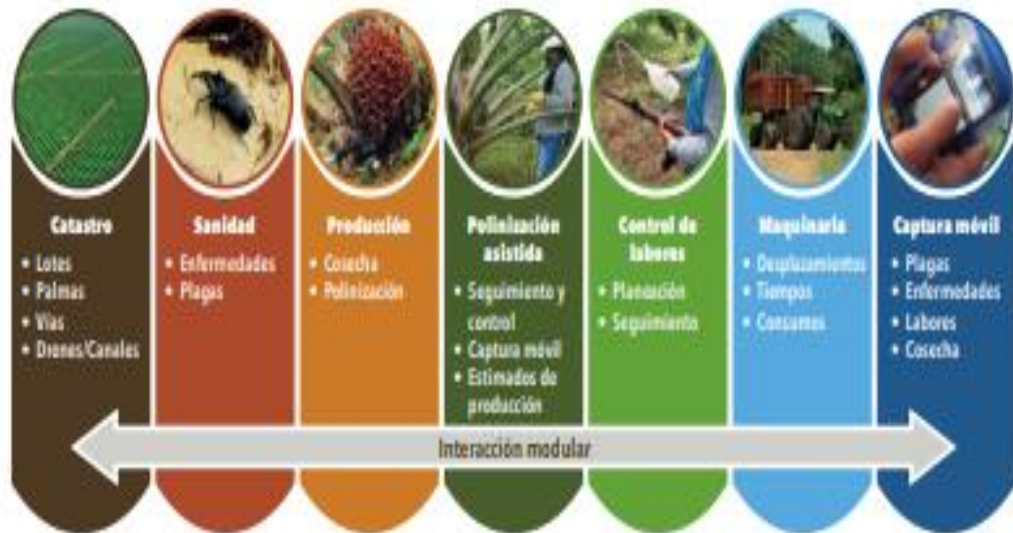
4.1. Referencias bibliográficas

- Andrew, J. 2028. El uso de tecnología espacial para mejorar la transparencia del aceite de palma en Colombia. Disponible en <https://es.mongabay.com/by/andrew-j-wight/>
- Calvache Guerrero, H., Mora Toquica, S., & Ramírez Criollo, F. 2000. Comportamiento de las poblaciones de *Rhynchophorus palmarum* L. y *Metamasius hemipterus* (L.) (Coleoptera Curculionidae) en una plantación de palma de aceite. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/723/723>.
- Camacho. 2022. Impactos en la palma aceitera.(en línea).Consultado 7 mar 2024.Disponible en. https://poderlatam.org/wp-content/uploads/2022/07/Informe_TOA.pdf.
- CENIPALMA. 2015. Manual de elaboracion de forularios moviles digitales para el registro de datos en plantaciones de Palma de Aceite. Bogota: CENIPALMA.
- FEMEXPLAMA (Federación Mexicana de palma de aceite). 2017. Un poco sobre la palma de aceite. Disponible en <https://www.femexpalma.com.mx/palma-de-aceite>.
- Eos. Data.2023.Principales ventajas en la palma aceitera.(en línea,blog).Consultado 7 mar 2024.Disponible en. <https://eos.com/es/blog/cultivo-de-palma-de-aceite/>.
- Cheah, WY, Siti-Dina, RP, Leng, STK, Er, AC y Show, PL (2023). Bioeconomía circular en la industria del aceite de palma: prácticas actuales y perspectivas futuras. *Tecnología e innovación medioambiental* , 30 , 103050.
- Naturalistec. 2009. Características género *Elaeis*. Disponible en <https://ecuador.inaturalist.org/taxa/132575-Elaeis>.
- Guoron, A. 2011. Cultivo de Palma Africana: Descripción Botánica (en línea, sitio web). Consultado 2 sep. 2020. Disponible en <http://cultivodepalmaafricana.blogspot.com/2011/11/descripcionbotanica.html>

- Potter, Lesley. 2013. La Industria Del Aceite De Palma En Ecuador: ¿un Buen Negocio Para Los Pequeños Agricultores? Eutopía. Revista De Desarrollo Económico Territorial, n.º 2 (noviembre), 39-54. <https://doi.org/10.17141/eutopia.2.2010.1028>.
- Poder.2022. Impacto en el cultivo de palma.(en línea).Consultado 7 mar 2024.Disponible en. <https://poderlatam.org/2022/09/impactos-de-la-palma-africana-en-ecuador/>.
- Proamazonia (Programa Integral Amazónico). 2024. Palma sostenible. Disponible en <https://www.proamazonia.org/tecnologias-moviles-impulsaran-el-cultivo-de-palma-sostenible-en-ecuador-2/>
- Propalma. 2023.Cultivo de la palma aceitera su producción. (en línea).Consultado 7 mar 2024.Disponible en. <https://propalmaec.com/>.
- Rivera, M. W. 2017. Manejo Integrado de Plagas: Enfoque de Responsabilidad en la Producción. Centro de Investigación en Biotecnología. ITCR. CropLife Latin América <https://www.croplifela.org/es/actualidad/articulos/manejo-integrado-de-plagas-enfoque-de-responsabilidad-en-la-produccion>.
- Martínez-Arteaga, D., Arias Arias, NA, Darghan, AE, & Barrios, D. 2023. Identificación de factores influyentes en la adopción de tecnologías de riego mediante análisis de redes neuronales: un estudio de caso con productores de palma aceitera. Agricultura, 13 (4), 827.
- Moncabay. 2020. nueva ley de palma promueve la producción de aceite, pero deja inconforme al sector ambiental. (en línea). Consultado 7 mar 2024.Disponible en. <https://es.mongabay.com/2020/09/ley-de-palma-en-ecuador-promueve-aceite-genera-temor-en-comunidades/>.
- Lidesre.2023.El aceite exporta a diferentes países. (en línea).Consultado 7 mar 2024.Disponible en. <https://www.revistalideres.ec/lideres/50-aceite-palma-ecuatoriano-exporta.html>.
- Saavedra, O. F. N. 2017. implementación y validación del sistema de cosecha de marcación previa y traslado de frutos frescos de palma aceitera mediante la utilización de la tecnología de cable vías en el distrito de irazola, provincia de

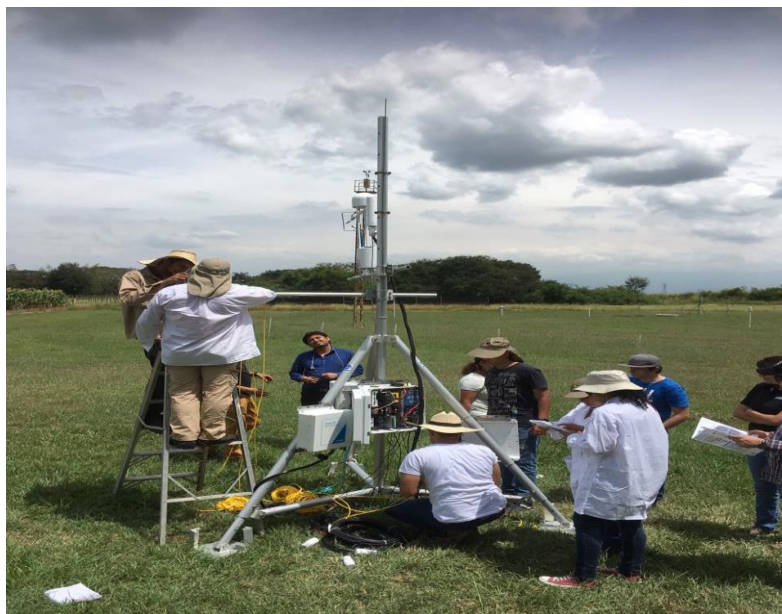
padre abad, región ucayali. convenio n° 20. repositorio de revistas de la universidad privada de pucallpa, 2(03).

4.2. Anexos



Anexo 1. Módulos de sistemas geopalma.

Fuente: ((Cenipalma 2019).)



Anexo 2. Uso de tecnología espacial

Fuente: (Andrew 2018)