



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado 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 mango (*Mangifera indica*) en el Ecuador

AUTOR:

Gino Michel Blum Salazar

TUTOR:

Ing. Agr. Oscar Guido Caicedo Camposano, PhD.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2024

RESUMEN

Las innovaciones tecnológicas introducen cambios y mejoras en las diferentes etapas de la producción del cultivo de mango, identificando innovaciones como: diagnóstico de las propiedades del agua, del suelo y de las plantas, uso de plantas certificadas, mayor densidad de plantas, tecnología de riego, poda mecánica, inducción de floración, manejo integrado de plagas y enfermedades, marketing de innovación, creación de nuevos métodos de marketing basados en las necesidades del mercado local e internacional y fomento de la innovación organizacional. La presente investigación se desarrolló como componente no experimental de carácter bibliográfico, mediante una técnica de análisis, síntesis y resumen de la información obtenida. Por lo anteriormente detallado se determinó que la innovación tecnológica consiste en aplicar racionalidad al trabajo de campo, pensar en cómo ser más eficientes y utilizar nuevas tecnologías para tomar mejores decisiones; se trata de utilizar las múltiples herramientas que nos ofrece la innovación tecnológica, ya sean digitales o no, para una gestión del campo más inteligente. Las innovaciones tecnológicas que se utilizan en la producción de mango son las siguientes: Drones, imágenes de satélite, estación meteorológica, sistemas de posicionamiento global (GPS), telemática, internet de las Cosas, sensores de humedad del suelo y sensores incorporados. Las innovaciones tecnológicas permiten reducir los costos de producción, mejoran la utilización de recursos contribuyendo al cuidado del medio ambiente, aumentando el beneficio económico a los productores de mango. Las innovaciones tecnológicas mejoran la calidad de las cosechas y optimizan las explotaciones de mango, gracias al monitoreo permanente, cuantitativo y cualitativo en el cultivo.

Palabras claves: Tecnologías, innovaciones, producción, mango.

SUMMARY

Technological innovations introduce changes and improvements in the different stages of mango crop production, identifying innovations such as: diagnosis of the properties of water, soil and plants, use of certified plants, greater plant density, irrigation technology , mechanical pruning, flowering induction, integrated pest and disease management, innovation marketing, creation of new marketing methods based on the needs of the local and international market and promotion of organizational innovation. This research was developed as a non-experimental component of a bibliographic nature, through a technique of analysis, synthesis and summary of the information obtained. From what was previously detailed, it was determined that technological innovation consists of applying rationality to field work, thinking about how to be more efficient and use new technologies to make better decisions; It is about using the multiple tools that technological innovation offers us, whether digital or not, for more intelligent field management. The technological innovations used in mango production are the following: Drones, satellite images, weather station, global positioning systems (GPS), telematics, Internet of Things, soil moisture sensors and built-in sensors. Technological innovations make it possible to reduce production costs, improve the use of resources, contributing to the care of the environment, increasing the economic benefit to mango producers. Technological innovations improve the quality of harvests and optimize mango farms, thanks to permanent, quantitative and qualitative monitoring of the crop.

Keywords: Technologies, innovations, production, mango.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	II
SUMMARY.....	III
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.....	3
MARCO METODOLÓGICO	3
1.1. Definición del caso de estudio	3
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Fundamentación teórica.....	4
1.5.1. Importancia del cultivo de mango en el Ecuador	4
1.5.2. Problemas en la producción del cultivo de mango.....	5
1.5.3. Innovación tecnológica	6
1.5.4. Innovación tecnológica en la agricultura	6
1.5.4.1. Componentes que integran a la tecnología.....	7
1.5.5. Innovaciones implementadas en agroecosistemas de mango (<i>M. indica</i>) en el Ecuador	10
1.5.5.1. Innovación organizacional: administración y gestión agronómica .	10
1.5.5.2. Innovaciones químicas	11
1.5.5.3. Innovaciones mecánicas	12
1.5.5.4. Innovaciones tecnológicas	13
1.5.5.4.1. Drones	13
1.5.5.4.2. Imágenes de satélite	13
1.5.5.4.3. Estación meteorológica	13
1.5.5.4.4. Los sistemas de posicionamiento global (GPS)	13

1.5.5.4.5. Telemática	14
1.5.5.4.6. Internet de las Cosas	14
1.5.5.4.7. Sensor de control remoto	14
1.5.5.4.8. Los sensores de humedad del suelo	15
1.5.5.4.9. Sensores incorporados	15
1.5.6. Beneficios de las innovaciones tecnológicas implementadas en agroecosistemas de mango (<i>M. indica</i>) en el Ecuador	15
1.6. Hipótesis.....	16
1.7. METODOLOGÍA.....	16
CAPITULO II.....	17
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
2.1. Desarrollo del caso.....	17
2.2. Situaciones detectadas	17
2.3. Situaciones planteadas	17
2.4. Conclusiones.....	18
2.5. Recomendaciones.....	18
BIBLIOGRAFÍA	20

INTRODUCCIÓN

El mango (*Mangifera indica* L.) es una planta de la familia Anacardiaceae originaria del sur de Asia, especialmente del este de la India; debido a que se ha adaptado a climas cálidos y muchas otras condiciones ambientales, se encuentra en unos 100 países; el mango es una de las especies más valoradas en el mundo, caracterizada por su propagación y utilización del fruto, usos comerciales y farmacéuticos, y propiedades sensoriales y nutricionales (Marquínez 2022).

El mango es una fruta no tradicional y se cultiva en 7.700 hectáreas en Ecuador, produciendo variedades como: Tommy Atkins, Haden, Kent y Keith; en los últimos años, los países de destino de las exportaciones de mango ecuatoriano son: EE.UU., Alemania, Bélgica, Países Bajos, Canadá, República Checa, Portugal, Rusia, Chile y Jamaica (Murillo 2023).

El estudio de innovaciones tecnológicas se centra en analizar nuevas prácticas claves identificadas por los productores en función de sus percepciones y experiencias que se adoptan en las operaciones diarias y brindan beneficios tangibles para la producción, la gestión del rendimiento, la rentabilidad, reducción de costos, calidad del producto y resaltar el impacto de cada una de ellas (Loor et al 2023).

Por medio de las innovaciones tecnológicas se introducen cambios y mejoras en las diferentes etapas de la producción de cultivos, identificando innovaciones como: diagnóstico de las propiedades del agua, del suelo y de las plantas, uso de plantas certificadas, mayor densidad de plantas, tecnología de riego, poda mecánica, inducción de floración, manejo integrado de plagas y enfermedades, marketing de innovación, creación de nuevos métodos de marketing basados en las necesidades del mercado local e internacional y fomento de la innovación organizacional (Ayala et al 2019).

Realizar innovaciones tecnológicas en los sistemas de producción del cultivo de mango es algo que está puesto en práctica por algunos productores, bajo la guía de los técnicos extensionistas y con colaboración con otros productores; estas

innovaciones incluyen no sólo aspectos técnicos sino también de gestión, marketing y organización (Polanco y González 2020).

El presente trabajo bibliográfico se desarrolló para adquirir y mejorar los conocimientos sobre las innovaciones tecnológicas adoptadas en agroecosistemas de mango (*M. indica*) en el Ecuador.

CAPITULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del caso de estudio

El presente documento bibliográfico hace referencia a la temática correspondiente sobre las innovaciones tecnológicas adoptadas en agroecosistemas de mango (*M. indica*) en el Ecuador.

1.2. Planteamiento del problema

A nivel internacional, el mango ecuatoriano ingresa al mercado a precios más altos debido al mayor costo laboral, ya que su cultivo se realiza mayoritariamente de forma manual, lo que genera una pérdida de competitividad; por lo tanto, ignorar los factores que influyen en la tecnología de los cultivos y la innovación en la producción puede resultar en la pérdida del rendimiento y la calidad de la fruta requerida para los mercados internacionales.

Para ingresar al mercado y seguir siendo competitivos, la tecnología es una de las fuentes más importantes, que no sólo combina conocimiento y experiencia, sino que también crea plataformas para producir productos diferenciados; actualmente, en el país se están utilizando muchas tecnologías, como sistemas de riego por goteo, dosificación controlada de pesticidas e insumos, investigación de composición del suelo, control e investigación de plantas, monitoreo remoto mediante drones, etc.

1.3. Justificación

La realización de este trabajo de revisión bibliográfica es fundamental debido a la relevancia creciente de las innovaciones tecnológicas en los agroecosistemas de mango (*Mangifera indica*) en el Ecuador. La adopción de tecnologías innovadoras en la producción de mango puede tener un impacto significativo en la eficiencia, sostenibilidad y rentabilidad de los agroecosistemas, lo que a su vez puede contribuir al desarrollo económico y social del país. La identificación y comprensión de las innovaciones tecnológicas actuales son esenciales para

informar adecuadamente las prácticas agrícolas y promover la adopción de métodos más eficientes y sostenibles en el cultivo de mango.

Asimismo, la revisión bibliográfica sobre innovaciones tecnológicas en agroecosistemas de mango en el Ecuador proporciona una visión integral de las prácticas actuales, los avances científicos y técnicos, y las tendencias emergentes en este campo. Este conocimiento es crucial para identificar áreas de mejora, la evaluación del impacto de las innovaciones existentes, y fomentar la implementación de nuevas tecnologías que puedan fortalecer la competitividad del sector agrícola ecuatoriano y mejorar la producción de mango. En resumen, esta revisión bibliográfica justifica su realización al ofrecer al lector información sobre las innovaciones tecnológicas implementadas en los agroecosistemas de mango en el Ecuador.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Describir las innovaciones tecnológicas adoptadas en agroecosistemas de mango (*Mangifera indica*) en el Ecuador.

1.4.2. Objetivos específicos

- Analizar las innovaciones tecnológicas implementadas en agroecosistemas de mango (*M. indica*) en el Ecuador.
- Determinar los beneficios de las innovaciones tecnológicas implementadas en agroecosistemas de mango (*M. indica*) en el Ecuador.

1.5. Fundamentación teórica

1.5.1. Importancia del cultivo de mango en el Ecuador

El mango es la especie más importante de la familia Anacardiaceae debido a su distribución global e importancia económica; el árbol es originario de la India, pero se cultiva en países con clima cálido, así como en países templados; la planta no requiere riego y es resistente a los incendios, lo que dificulta su crecimiento durante los períodos de sequía (Polanco y González 2020).

Los mismos autores mencionan que actualmente existen diversas plantaciones dedicadas a producir variedades de mango para el mercado internacional, utilizando ventanas de comercialización que coinciden con la temporada de cosecha local, ya que los mangos están disponibles de octubre a enero; los mangos se cortan con tallo porque ese es el requisito para este producto en el mercado de comercio internacional, los frutos se recogen cuando están maduros, por lo que se debe seleccionar cuando la piel se torne completamente de verde amarillo, por lo que se deben meter dentro de un lugar fresco y ventilado para madurar; los mangos cosechados se consumen principalmente como fruta fresca, pero también se utilizan para elaborar mermeladas, confituras, jugos, pulpas, concentrados y cubitos con diversos valores nutricionales

1.5.2. Problemas en la producción del cultivo de mango

La rentabilidad del cultivo de mango depende de varios factores; uno de los más importantes es la productividad, es decir aumento de la producción por unidad de área, esfuerzo o capital empleado; en la producción de frutas y hortalizas el factor determinante de la rentabilidad es la calidad del producto; la producción es desigual y vulnerable al cambio climático y problemas sanitarios, así como al mal manejo de la fruta durante el corte, transporte y empaque; esto hace que gran parte de los productos no cumplan con la “calidad comercial” que exige el mercado, especialmente aquellos que son frescos, es decir apariencia, tamaño, color, etc (IICA 2020).

El mismo autor expresa que estos determinantes de la rentabilidad (productividad y calidad) suelen estar asociados con mayores costos de producción en términos de locales, equipos, pago de consultores técnicos, prácticas adoptadas de seguridad y salud, etc. Si el precio del producto cubriera todos estos costos, la UPR sería rentable, pero dada la competencia en el mercado globalizado y la disponibilidad de producción durante todo el año en otras regiones geográficas, no es posible esperar aumentos de precios a largo plazo de fruta frescas.

1.5.3. Innovación tecnológica

Una innovación es "una idea, práctica u objeto que se considera como nueva por un individuo u otra unidad de adopción; el modelo de difusión de la innovación, es un proceso basado en la comprensión de cómo funcionan las nuevas ideas y productos se distribuyen y porque otras personas muy buenas no logran hacerlo o no se mantienen firmes el tiempo suficiente para tener éxito (Rogers 1995).

La innovación implica combinar tecnologías existentes con ideas y aplicarlas en nuevos contextos para mejorar la productividad o la calidad; para ello es necesario generar, sistematizar, compartir y mejorar el conocimiento; esta lógica se puede aplicar al sector agrícola, que ha comenzado a adoptar tecnología para mejorar la producción de cultivos comerciales, un tema importante en la situación humana actual (Orona 2020).

1.5.4. Innovación tecnológica en la agricultura

La innovación es el resultado de un proceso intensivo de generación de ideas que conduce a nuevas y mejores soluciones a los problemas existentes; de hecho, el proceso creativo corre paralelo a la necesidad de resolver problemas, y la creatividad es el elemento básico de la resolución de problemas; en muchos casos, para solucionar un problema no es necesario inventar algo desde cero, sino encontrar una aplicación adecuada a un dispositivo o tecnología que se ha inventado pero que no tiene posibilidades de aplicación (Herrera 2019).

La innovación agrícola puede aumentar la productividad y la rentabilidad, pero sobre todo es necesario garantizar que este crecimiento se produzca de forma sostenible, tanto ambiental como socioeconómicamente; las innovaciones agrícolas se utilizan para proteger el medio ambiente, optimizar y conservar los recursos naturales o adaptarse a los problemas climáticos, pero también son útiles para lograr mayores rendimientos, mejorar el manejo de los cultivos y la calidad de los productos o introducir nuevos cultivos y sistemas de producción, cuidado del suelo y al mismo tiempo satisfacer las nuevas demandas de los consumidores (Mata 2018).

La innovación en agricultura significa aplicar racionalidad al trabajo de campo, pensar en cómo ser más eficientes y utilizar nuevas tecnologías para tomar mejores decisiones; se trata de utilizar las múltiples herramientas que nos ofrece la innovación tecnológica, ya sean digitales o no, para una gestión del campo más inteligente (Fernández 2019).

El mismo autor menciona que en el proceso de modernización agrícola, nacieron o se desarrollaron tecnologías que correspondían a las expectativas ideológicas de formación de capital y mejora de la productividad; en un contexto específico, la productividad más importante es la productividad de recursos limitados en tiempos críticos, es decir, la productividad de recursos que muchas veces se convierte en un factor limitante en situaciones competitivas en los mercados regionales, nacionales e internacionales. Por modernización de la agricultura entendemos también la inclusión de tecnologías y materias primas en el proceso productivo como resultado de la ampliación de las relaciones de producción.

Esta tecnología, diseñada para uso in situ, debe entenderse como un intento de realizar cambios en la fuerza laboral para sacarle más provecho o, en algunos casos, reemplazarla. En este sentido, la aplicación de la tecnología agrícola es la acumulación de conocimientos técnicos en la práctica cotidiana, producto de la experiencia individual o colectiva, que pretende reflejarse en capital físico o habilidades humanas; el uso de tecnología en la agricultura debería sustituir en mayor medida el uso de la tierra y la mano de obra; aunque la tecnología también se suele utilizar para controlar sistemas de riego y otros elementos de producción menos importantes (Tudela *et al.* 2021).

1.5.4.1. Componentes que integran a la tecnología

Martínez y Gómez (2020) expresan que existen varios componentes que integran la tecnología tales como:

- **Máquinas y técnicas:** Es una configuración específica de maquinaria y equipo (capital físico) necesaria para la producción de bienes o servicios.

- **Organización:** Se refiere a arreglos institucionales y métodos de gestión que combinan tecnología y conocimiento.
- **Conocimiento:** Incluye avances en ciencia y tecnología, experiencia, habilidades y actitudes. El conocimiento puede codificarse en manuales o técnicas, o puede asumirse, es decir. no se puede codificar.
- **Productos y servicios:** Son el resultado de aplicar los elementos anteriores
- **Acceso a la información:** Resolutivo en la toma de decisiones sobre tecnología, organización, etc.

La tecnología va más allá de la producción de productos ya que se mantiene constante a través de diversas estrategias de marketing para hacer llegar los productos a manos de los consumidores o agregar valor para crear cadenas productivas con mayor rentabilidad; la tecnología agrícola continúa cambiando rápidamente, lo que obliga a los productores a actualizar constantemente su tecnología o garantizar su impotencia en el mercado agrícola; al mismo tiempo, el acceso a la tecnología es difícil para los pequeños productores y agricultores debido a las deficiencias de los sistemas de extensión, distribución y transferencia de tecnología (Aguilar *et al.* 2020).

Los mismos autores expresan que los cambios en la tecnología y su constante modernización ilustran el proceso de innovación tecnológica, que implica el desarrollo de nuevas tecnologías que satisfagan las necesidades de los fabricantes; definimos la innovación tecnológica como la aceptación en una determinada sociedad de un nuevo producto o proceso creado y desarrollado en ella, que le permite mejorar la solución de uno de sus problemas. También puede verse como la transformación de una idea en un producto nuevo o mejorado que se introduce en el mercado (innovación de producto) o en un proceso operativo adoptado en la industria o en los negocios (proceso de innovación de producto)

Avendaño *et al.* (2017) mencionan que la tecnología tiene un proceso de innovación que involucra a varios actores sociales e instituciones para integrar ricos conocimientos y productos materiales que contribuirán a la mejora de la calidad y cantidad de los productos agrícolas; la implicación de empresas, gobiernos y, más recientemente, el tercer sector, organizado en torno a asociaciones cívicas,

organizaciones de ayuda privada y ONG o fundaciones altruistas de desarrollo rural, ha cambiado el proceso de innovación tecnológica; el proceso de innovación implica varias etapas:

- Investigación,
- Desarrollo tecnológico,
- Aplicación y adopción
- Perfeccionamiento

Cuando hablamos de investigación, la llamamos producción de conocimiento científico aceptado dentro de un determinado paradigma. En el desarrollo tecnológico ubicamos las actividades encaminadas a inventar, diseñar y construir artefactos originales ² (que tienen un carácter instrumental entre las personas como sujetos y la materia como objetos) en un proceso de resolución de problemas que cumplan con los objetivos de una determinada organización (Oble et al 2017).

Los mismos autores expresan que en la aplicación y adopción encontramos un elemento básico que tiene sentido: se caracteriza por la transferencia de tecnología, que debemos entender como un paso entre el desarrollo de la tecnología en las empresas, gobiernos, universidades, etc. y productores agrícolas. Transferencia de tecnología significa la transferencia planificada de información y tecnología, la forma de llevar a cabo actividades de adaptación, asimilación y aprendizaje de habilidades y conocimientos.

En el proceso de transferencia de tecnología encontramos la transformación de ideas anteriores a nuevas ideas. A esto se le llama innovación tecnológica; El sistema de innovación tecnológica revela formas y ventajas para “mejorar” un determinado proceso o producto. En nuestro caso, es esencialmente una tarea para los particulares que utilizan el mercado y una tarea para las instituciones estatales en el primer sector de la economía. El cambio tecnológico, por otra parte, se refiere a la forma en que las nuevas tecnologías se integran a las capacidades productivas de una empresa o economía (Pérez et al 2019).

Para mejorar los productos tecnológicos, es evidente que son esenciales mecanismos de evaluación y seguimiento de su desempeño según la lógica

comercial, y la efectividad de su uso depende en gran medida de su demanda o aceptación por parte de agencias o instituciones de publicidad; formadores del sector agrícola empleados por gobiernos y empresas; la transferencia de tecnología nos lleva a la transferencia planificada de información y tecnología, que implica la realización de actividades de adaptación, asimilación y aprendizaje de habilidades y conocimientos (Sayadi et al 2019).

Los mismos autores mencionan que estas innovaciones agrícolas están asociadas a la complejidad de patrones altamente efectivos en biotecnología, productos químicos, maquinaria agrícola y formas de organización del trabajo, así como a la generación de sistemas de información y comunicación.

1.5.5. Innovaciones implementadas en agroecosistemas de mango (*M. indica*) en el Ecuador

Dávila (2020) manifiesta que la innovación tecnológica en los sistemas de producción de mango, representa cambios de paradigmas en el productor, donde lo más relevante es el cambio en el manejo de la producción de mango que con anterioridad respondía de forma exclusiva a las condiciones que presentan los productores. A continuación, se exponen algunas innovaciones tecnológicas que pueden ser consideradas para mejorar los rendimientos productivos del cultivo de mango, que puede mantenerse en constante actualización adaptándose a las realidades de cada zona:

1.5.5.1. Innovación organizacional: administración y gestión agronómica

Es una innovación tecnológica diseñada para adaptarse a la gestión de la organización productiva de los sistemas agrícolas; esto significa la introducción de una racionalidad de gestión con nuevas características de gestión para las empresas agrícolas, lo que desencadena nuestra reflexión sobre los modelos modernos de gestión económica empresarial; implementa estrategias de desarrollo institucional adecuadas para las empresas rurales, ya sean empresas agrícolas o agroindustriales; la administración y gestión incluyen también los diferentes métodos de producción y la gestión de una empresa o unidad de producción agrícola (Cali 2022).

El mismo autor menciona que la gestión agronómica también realiza tareas acordes al modelo técnico agrícola o poscosecha, que como ya hemos indicado, debe asegurar el funcionamiento efectivo de la gestión empresarial orientada al mercado y al marco institucional; para ello, los mecanismos legales, contables y financieros también deben convertirse en la base de la agricultura moderna en las condiciones competitivas de la innovación tecnológica.

El trabajo agronómico implica la implementación de estrategias encaminadas a incrementar los rendimientos; se trata de actividades relacionadas con la calidad de las variedades o especies de material vegetal, la sucesión de cultivos, la adaptabilidad climática, la organización de la producción, la resistencia o inmunidad a enfermedades o plagas; en general, busca soluciones a problemas relacionados con la sanidad vegetal y las buenas prácticas agrícolas (Banchón y Palma 2018).

Los mismos autores afirman que en términos de tecnología organizacional, las empresas agrícolas cambiaron su modo de operación y adaptaron nuevas empresas de servicios que iniciaron operaciones; estos servicios eran especializados y económicamente convenientes para los productores; a finales del siglo pasado, los productores explotaban tierras propias o arrendadas y tomaban decisiones de producción basadas en su conocimiento tácito (adquirido mediante asesoramiento externo, herencia, observación, ensayo y error) y utilizando un número limitado de insumos (herbicidas, combustibles y algunas semillas).

1.5.5.2. Innovaciones químicas

La innovación química en el cultivo de mango se refiere a la implementación de pesticidas o fertilizantes que se encuentran en la naturaleza o sustancias químicas sintetizadas por los humanos para manipular e influir en las plantas para que respondan a las necesidades de producción de los agricultores. Los fertilizantes también son nutrientes importantes para el desarrollo de los árboles frutales, pueden ser naturales en el suelo o pueden ser otros fertilizantes y nutrientes que promuevan el buen crecimiento de los cultivos mediante manipulación química artificial (Apolinario et al 2021).

1.5.5.3. Innovaciones mecánicas

Dentro de la producción del cultivo de mango se dispone de algún tipo de equipo para trabajos mecánicos, los más habituales son los tractores agrícolas, cosechadoras, cultivadoras y motocicletas. La mayoría de estos dispositivos se utilizan para preparar y arar el suelo para proporcionar oxígeno, facilitar el riego o simplemente facilitar la plantación o siembra de árboles y otros cultivos. Aunque el uso de maquinaria está aumentando entre las empresas que crean valor a través del procesamiento agrícola (es decir, actividades post-agrícolas de orientación industrial), esto significa que ciertos tipos de maquinaria se utilizan con mayor frecuencia para industrializar productos agrícolas (Asohfrucol 2020).

La diferencia esencial entre el uso de máquinas en la agricultura y en la industria es que en la primera las máquinas se utilizan sólo durante un corto período de tiempo y en determinadas etapas del proceso, mientras que en la industria las máquinas se utilizan realmente todo el tiempo y, por lo tanto, dependen absolutamente de transformaciones de sus materias primas. Por tanto, las máquinas que utilizan el menor tiempo posible son muy valiosas; el ahorro de mano de obra y tiempo hace que el agricultor sea más independiente de sus trabajadores, aunque son más necesarios durante la época de cosecha, por lo que durante este período aumentan los salarios; en resumen, la tarea de la maquinaria agrícola es simplificar o eliminar operaciones tradicionales en el proceso productivo con el objetivo de reducir los costos laborales y al mismo tiempo aumentar la productividad (Guerrero 2018).

La fuerza laboral aplicada en la agricultura era manual y todo el trabajo relacionado con la producción (siembra, cosecha, labranza, entrega, administración y logística), donde actualmente la aplicación de innovaciones tecnológicas mecánicas ha hecho posible realizar diversas actividades agrícolas mejorando la producción de una amplia gama de cultivos de importancia económica (Zuchini 2018).

1.5.5.4. Innovaciones tecnológicas

Estas innovaciones abarcan productos, procesos y tecnologías organizativas, aumentan los rendimientos, cambian los métodos de producción e introducen cambios en la organización de las empresas agrícolas (Zuchini 2018).

1.5.5.4.1. Drones

Actualmente, los datos precisos están disponibles al instante gracias a vehículos aéreos no tripulados, también conocidos como drones, que monitorean el estado de la producción de cultivos; implementados con equipos y software adecuados, son capaces de detectar malezas, evaluar el rendimiento, el impacto, las necesidades nutricionales, la detección de enfermedades y plagas, y otras aplicaciones (Ayala et al 2019).

1.5.5.4.2. Imágenes de satélite

La información resultante permite a los productores realizar mediciones precisas de la actividad agrícola y del estrés hídrico; la constelación de satélites es capaz de monitorear operaciones agrícolas a altas frecuencias en el tiempo y a una escala que puede alcanzar un solo cultivo (Apolinario et al 2021).

1.5.5.4.3. Estación meteorológica

Proporcionan acceso a información climática, estaciones meteorológicas satelitales de última generación que recopilan diariamente todas las variables meteorológicas, pueden publicarse y ponerse a disposición mediante pago o en algunos casos de acceso abierto, y permiten a los productores agrícolas tomar decisiones. Las estaciones meteorológicas agrícolas terrestres se pueden mejorar integrando datos y redes inalámbricas; el costo es lo suficientemente bajo como para que los productores agrícolas tengan estaciones privadas interconectadas (Zhang et al 2018).

1.5.5.4.4. Los sistemas de posicionamiento global (GPS)

Estos sistemas se utilizan para guiar de forma autónoma tractores, sembradoras, cosechadoras, fertilizantes y otra maquinaria alrededor de los

campos con sistemas informáticos aéreos y terrestres de alta precisión que están conectados para crear puntos de referencia y rutas para las tareas. más preciso y menos laborioso; estas tecnologías reducen el error humano y además permiten un uso eficiente de recursos como semillas, fertilizantes, herbicidas, etc., lo que sin duda redundará en ahorros y reducciones en los costos de producción (IICA 2019).

1.5.5.4.5. Telemática

La telemática se trata de una tecnología cada vez más importante en el sector agrícola, que permite a los equipos "comunicarse" con agricultores, e incluso con otros equipos. Los sistemas de procesamiento remoto de información pueden tener módulos de diagnóstico avanzados que pueden alertarle sobre problemas o simplemente indicarle la necesidad de mantenimiento preventivo; otra aplicación está relacionada con la gestión del tiempo de trabajo, consumo de combustible, eficiencia de las tareas realizadas, etc (Ramírez et al 2018).

1.5.5.4.6. Internet de las Cosas

La tecnología internet de las cosas conocida como IoT, su abreviatura en inglés hace referencia a la conexión a la red global a través de objetos y dispositivos utilizados día a día, es un ecosistema que se está acelerando y está siendo utilizado para mejorar todos los aspectos de la producción agrícola; los sensores pueden obtener información detallada sobre las condiciones de producción y enviarla a servidores que registran, analizan y realizan acciones basadas en estímulos programados (López 2020).

1.5.5.4.7. Sensor de control remoto

Las tecnologías móviles desempeñan un papel importante en la gestión de los sistemas de riego de cultivos; con la ayuda de equipos adecuados, los agricultores pueden comprobar el estado de humedad del suelo e iniciar el riego de las zonas de forma manual o automática utilizando teléfonos móviles u ordenadores sin operaciones manuales (Sánchez 2023).

1.5.5.4.8. Los sensores de humedad del suelo

Pueden transmitir información a diferentes profundidades del suelo, los cuales pueden tener diferentes capacidades de retención de agua según el tipo de suelo, por lo que una gestión adecuada del sistema de riego no sólo hace más eficiente el consumo de agua, sino que también ahorra recursos como, por ejemplo, agua. fertilizantes químicos (Gaytán y González 2020).

1.5.5.4.9. Sensores incorporados

La medición de la salud de los cultivos se ha vuelto importante, desde sensores montados en drones y maquinaria agrícola hasta dispositivos portátiles; los sensores se pueden utilizar para estimar las necesidades de fertilización (López 2022).

1.5.6. Beneficios de las innovaciones tecnológicas implementadas en agroecosistemas de mango (*M. indica*) en el Ecuador

Pérez *et al.* (2018) mencionan que en conjunto con la experiencia adquirida en la producción de mango que de a poco va creciendo de la mano de las innovaciones tecnológicas aplicadas, donde se recalcan los beneficios que aportan en los agroecosistemas de mango tales como:

- Permiten el desarrollo de una autentica agricultura de precisión sostenible y sustentable.
- Las áreas productivas de mango son gestionadas sobre la base de la observación, la medida y la actuación frente a la variabilidad inter-intracultivo
- Multiplican la productividad de las explotaciones de mango e incorporan técnicas agro digitales para mejorar el cultivo.
- Permiten aplicar un Manejo Integrado de plagas en relación al control de la mosca de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha* spp.), permitiendo reducir las poblaciones en el cultivo de mango.
- Permiten el análisis individualizado de las áreas de producción de mango.

- Mantienen el control del cultivo de mango, detectando la falta de fertilizantes o agua, localizan enfermedades y plagas, supervisan áreas fumigadas, imágenes de alta resolución y permiten conocer las propiedades del suelo.
- Logran reducir los costos de producción, mejoran la utilización de recursos contribuyendo al cuidado del medio ambiente, aumentando el beneficio económico a los productores de mango.
- Mejoran la calidad de las cosechas y optimizan las explotaciones de mango, gracias al monitoreo permanente, cuantitativo y cualitativo en el cultivo.

1.6. Hipótesis

Ho= No es de vital importancia conocer sobre las innovaciones tecnológicas adoptadas en agroecosistemas de mango (*M. indica*) en el Ecuador.

Ha= Es de vital importancia conocer sobre las innovaciones tecnológicas adoptadas en agroecosistemas de mango (*M. indica*) en el Ecuador.

1.7. METODOLOGÍA

Para la elaboración del documento bibliográfico se recopiló información de textos actualizados, bibliotecas virtuales, revistas, páginas web y artículos científicos que contribuyeron con el desarrollo de la investigación sobre las innovaciones tecnológicas en agroecosistemas de mango (*M. indica*) en el Ecuador.

La presente investigación se desarrolló como componente no experimental de carácter bibliográfico, mediante una técnica de análisis, síntesis y resumen de la información obtenida.

CAPITULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

La finalidad de este documento fue recolectar información referente a las innovaciones tecnológicas en agroecosistemas de mango (*M. indica*) en el Ecuador.

2.2. Situaciones detectadas

La innovación agrícola puede aumentar la productividad y la rentabilidad, pero sobre todo es necesario garantizar que este crecimiento se produzca de forma sostenible, tanto ambiental como socioeconómicamente; las innovaciones agrícolas se utilizan para proteger el medio ambiente, optimizar y conservar los recursos naturales o adaptarse a los problemas climáticos, pero también son útiles para lograr mayores rendimientos, mejorar el manejo de los cultivos y la calidad de los productos o introducir nuevos cultivos y sistemas de producción, cuidado del suelo y al mismo tiempo satisfacer las nuevas demandas de los consumidores.

Por medio de las innovaciones tecnológicas se introducen cambios y mejoras en las diferentes etapas de la producción del cultivo de mango, identificando innovaciones como: diagnóstico de las propiedades del agua, del suelo y de las plantas, uso de plantas certificadas, mayor densidad de plantas, tecnología de riego, poda mecánica, inducción de floración, manejo integrado de plagas y enfermedades, marketing de innovación, creación de nuevos métodos de marketing basados en las necesidades del mercado local e internacional y fomento de la innovación organizacional.

2.3. Situaciones planteadas

Las innovaciones tecnológicas en el cultivo de mango están asociadas a la complejidad de patrones altamente efectivos en biotecnología, productos químicos, maquinaria agrícola y formas de organización del trabajo, así como a la generación de sistemas de información y comunicación.

Es importante establecer como primera opción una propuesta integral de sistema de innovación de tecnologías agrícolas en la producción del cultivo de mango para lograr ser competitivos en relación a la calidad de la fruta exigente en el mercado y el agronegocio como marco de referencia.

2.4. Conclusiones

En la perspectiva sobre las innovaciones tecnológicas en agroecosistemas de mango (*M. indica*) en el Ecuador, se llegó a las siguientes conclusiones:

- La innovación tecnológica consiste en aplicar racionalidad al trabajo de campo, pensar en cómo ser más eficientes y utilizar nuevas tecnologías para tomar mejores decisiones; se trata de utilizar las múltiples herramientas que nos ofrece la innovación tecnológica, ya sean digitales o no, para una gestión del campo más inteligente.
- Las innovaciones tecnológicas que se utilizan en la producción de mango son las siguientes: Drones, imágenes de satélite, estación meteorológica, sistemas de posicionamiento global (GPS), telemática, internet de las Cosas, sensores de humedad del suelo y sensores incorporados
- Las innovaciones tecnológicas permiten reducir los costos de producción, mejoran la utilización de recursos contribuyendo al cuidado del medio ambiente, aumentando el beneficio económico a los productores de mango.
- Las innovaciones tecnológicas mejoran la calidad de las cosechas y optimizan las explotaciones de mango, gracias al monitoreo permanente, cuantitativo y cualitativo en el cultivo.

2.5. Recomendaciones

Por lo anteriormente detallado se recomienda lo siguiente:

- Establecer nuevas innovaciones tecnológicas en los sistemas de producción del cultivo de mango.
- Enfatizar la importancia de las innovaciones tecnológicas para mejorar la

productividad del cultivo de mango.

- Realizar programas de capacitación sobre los beneficios que brinda las innovaciones tecnológicas en agroecosistemas de mango (*M. indica*).

BIBLIOGRAFÍA

- Ayala, A., Almaguer, G., De la Trinidad, N., Caamal, I., Rendón, R. 2019. Competitividad de la producción de mango (*Mangifera indica* L.) en Michoacán. Revista Chapingo. Serie horticultura 15(2): 133-140.
- Aguilar, N., Martínez, E., Aguilar, J., Santoyo, H., Muñoz, M., García, E. 2020. Análisis de redes sociales para catalizar la innovación agrícola: de los vínculos directos a la integración y radialidad. Estudios Gerenciales 32(140): 197-207.
- Apolinario, R., Rodríguez, M., Zambrano, L. M. 2021. La cadena de valor del mango ecuatoriano y su competitividad internacional. Revista Científica Compendium, 24(47): 1-13.
- Asohofrucol, C. 2020. Modelo tecnológico para el cultivo del mango en el valle del Alto Magdalena en el departamento del Tolima. Consultado el 22 febre. 2024. Disponible en http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_264_MP_Mango.pdf
- Avendaño, B., Hernández, M., Martínez, F. 2017. Innovaciones tecnológicas en el sector hortícola del noroeste de México: Rapidez de adopción y análisis de redes de difusión. Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria 18(3): 495-511.
- Ayala, A., Almaguer, G., De la Trinidad, N., Caamal, I., Rendón, R. 2019. Competitividad de la producción de mango (*Mangifera indica* L.) en Michoacán. Revista Chapingo. Serie horticultura 15(2): 133-140.
- Banchón, B., Palma, J. 2018. Cuantificación de Mangiferina en diferentes variedades de mango de exportación en el Ecuador. Tesis. Ing. Qco. Guayaquil, Ecuador. UG. 97 p.

Cali, A. 2022. Manejo agronómico del cultivo de mango de exportación (*Mangifera indica*) en el Ecuador. Tesis Ing. Agr. Babahoyo, UTB. 34 p.

Dávila, L. 2020. Innovación tecnológica en el banano orgánico. Ediciones Nova Print S.A.C. 45 p. Consultado el 22 febre. 2024. Disponible en https://www.academia.edu/36510589/INNOVACION_TECNOLOGICA_EN_EL_BANANO_ORGANICO *Experiencias con organizaciones de productores de Piura y La Libertad*

Fernández, L. 2019. Innovación Tecnológica del Estado de Morelos. SAGARPA. Consultado el 22 febre. 2024. Disponible en <http://www.producemorelos.org/AGENDA%20FPMAC%202013.pdf>

Guerrero, G. 2018. La producción del mango ecuatoriano. Revista Perspectiva 8(3): 1-15.

Gaytán, M., González, R. 2020. Un análisis econométrico de las redes de difusión de innovación en el sistema de producción del mango (*Mangifera indica* L.) en el estado de Colima. Avances en Investigación Agropecuaria 19(1): 1-25.

Herrera, F. 2019. Innovaciones tecnológicas en la agricultura empresarial mexicana: Una aproximación teórica. Gaceta Laboral 12(1): 93-119.

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2020. Innovaciones tecnológicas agrícolas: oportunidades para enfrentar la crisis por el COVID-19 en América Latina. Consultado el 22 febre. 2024. Disponible en <https://blog.iica.int/blog/innovaciones-tecnologicas-agricolas-oportunidades-para-enfrentar-crisis-por-covid-19-en>

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2019. La innovación en la agricultura: un proceso clave para el desarrollo sostenible. 20 p. Consultado el 22 febre. 2024. Disponible en https://www.redinnovagro.in/documentosinnov/Innovacion_PP_es.pdf

- López, G. 2020. Tecnología para el cultivo del mango con énfasis en mangos criollos. CORPOICA - Centro de Investigación La Selva. 193 p.
- López, B. 2022. Tecnologías aplicadas para el diagnóstico y buen manejo de plagas en cultivo de mango, *Mangifera indica* L., 1753. Tesis Ing. Agrop. Babahoyo, UTB. 37 p.
- Loor, E., Gabriel, J., Morán, J., Narváez, W., Fuentes, T. 2023. Situación actual y perspectivas del cultivo de mango (*Mangifera indica* L.) en el Sur de Manabí, Ecuador: Resumen. UNESUM - Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria 7(1): 156-172.
- Marquínez, C. 2022. Situación actual de la comercialización del cultivo de mango en el Ecuador. Tesis Ing. Agr. Babahoyo. Ecuador. UTB. 35 p.
- Murillo, N. 2023. Principales reacciones bioquímicas en el proceso de maduración del mango (*Mangifera indica* L.). Tesis Ing. Agr. Babahoyo. Ecuador. UTB. 42 p.
- Martínez, A., Gómez, J. 2020. Elección de los agricultores en la adopción de tecnologías de manejo de suelos en el sistema de producción de algodón y sus cultivos de rotación en el valle cálido del Alto Magdalena. Revista Corpoica-Ciencia y Tecnología Agropecuaria 13(1): 62-70.
- Mata, B. 2018. Transferencia de tecnología y extensión agrícola en México. Revista Textual (Nueva época textual. Análisis del medio rural) 35(8): 18-29.
- Oble, E., Almaguer, G., González, R., Ocampo, J. 2017. Influencia del capital social en los procesos de innovación agrícola. Textual 70: 9-25.
- Orona, L. 2020. Enfoques económicos de la tecnología. Problemas y perspectivas. Tecnología. Conceptos, problemas y perspectivas. Siglo Veintiuno Editores. UNAM. México. 45 p.

- Polanco, M., González, R. 2020. Un análisis econométrico de las redes de difusión de innovación en el sistema de producción del mango (*Mangifera indica* L.) en el estado de Colima. *Avances en Investigación Agropecuaria* 19 (1): 7-30.
- Pérez, R., Martínez, H., López, B., Rendón, R. 2018. Estimación de la adopción de innovaciones en la agricultura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 15, 2909-2923.
- Pérez, R., Martínez, H., López, B., Rendón, R. 2019. Estimación de la adopción de innovaciones en la agricultura. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 15: 2909-2923.
- Ramírez, I., Ruiviola, B., Garzón, J. 2018. Innovación tecnológica en el sector agropecuario. Universidad técnica de Machala. Ecuador. 134 p. Consultado el 22 febre. 2024. Disponible en <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/6848/1/84%20INNOVACION%20TECNOLOGICA%20EN%20EL%20SECTOR%20AGROPECUARIO.pdf>
- Rogers, E. 1995. *Diffusion of innovations* (4th ed.). New York: Free Press.
- Sánchez, K. 2023. El impacto de las nuevas tecnologías aplicadas al desarrollo exportador de mangos frescos en la región costera del Perú durante los últimos 10 años. Tesis Ing. N.I. Perú, U.L. 256 p.
- Sayadi, S., Calatrava, R., Guirado, L. 2019. Análisis de factores de adopción de innovaciones que favorecen la sustentabilidad ambiental en explotaciones de aguacate del litoral. 11 p. Consultado el 22 febre. 2024. Disponible en https://www.avocadosource.com/WAC5/Papers/WAC5_p209.pdf innovaciones tecn

Tudela, J., Málaga, M., Aliaga, G. 2021. Análisis de la adopción de innovaciones agrícolas en productores de quinua de Cabana, Puno (Perú). Revista de Investigaciones Altoandinas 23(2): 93-102.In

Zhang, L., Dabipi, I., Brown, W. 2018. Innovaciones y avances tecnológicos en la agricultura. Envira. Consultado el 22 febre. 2024. Disponible en <https://envira.es/innovaciones-en-la-agricultura-avances-tecnologicos/>

Zuchini, A. 2018. Una mirada sistémica al proceso de difusión de la información meteorológica y climática para la toma de decisiones de los productores agropecuarios en el norte de la provincia de buenos aires. Tesis MSc. Universidad Nacional de Quilmes, Argentina. 80 p.