



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**



**TRABAJO DE TITULACION**

Componente práctico del Examen de Grado de carácter  
Complejivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad  
como requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA:**

“Tecnologías aplicadas para el diagnóstico y buen manejo de  
plagas en cultivo de mango, *Mangifera indica L.*, 1753”

**AUTOR:**

Bryan Urbano López Castro

**TUTOR:**

Ing. Nessar Rojas Jorgge, *M.Sc.*

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2022

## **DEDICATORIA**

Dedico de manera especial a mis padres que ellos fueron el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentó en mis las bases de responsabilidad y deseos de superación, y gracias por todo el sacrificio y esfuerzo que han realizado para darme una educación de calidad.

Gracias Dios por concederme los mejores padres.

**Bryan Urbano López Castro**

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento está dedicado a mi familia, novia, por brindarme su apoyo incondicional durante todo el proceso de mi carrera, a mis docentes que han sido base de mi formación, y colegas gracias por su ayuda para culminar esta meta juntos.

**Bryan Urbano López Castro**

## RESUMEN

El cultivo de mango es uno de los más apetecidos a nivel mundial, debido a sus buenas características organolépticas, por ello, el presente documento manifiesta la presentación de las diferentes tecnologías aplicadas para el diagnóstico y buen manejo de plagas en cultivo de mango, las tecnologías como App, drones y robots permiten un adecuado diagnóstico de plagas agrícolas, pero no es un 100% de efectividad para controlar las plagas, estas tecnologías nos permiten la reducción de personal de trabajo, monitoreos aéreos donde el Técnico no puede llegar a monitorear y largos recorridos de monitoreo y en la reducción de presupuesto económico a grandes empresas o agricultores. Por ello este análisis de tipo bibliográfico tuvo como objetivos el de destacar los beneficios del uso de tecnologías para controlar el ataque de plagas y diagnosticar la presencia de las mismas, para así poder colaborar con los productores de manera técnica en el direccionamiento del cultivo de mango, lo cual con llevará en maximizar la producción por unidad de superficie e incluso disminuir costos de producción, recomendando el uso de Drones, por que beneficia al agricultor a no hacer recorridos largos para monitoreos, la reducción de trabajadores, y podemos observar plagas en las partes altas donde los agricultores no podemos monitorear en el cultivo de mango logrando de esta formar conclusiones satisfactorias, las cuales permiten hacer extensiva de posibles soluciones para el buen manejo y control de plagas, las cuales no son solo útiles en mango sino también en todos los demás frutales considerados perennes e incluso además en cultivos anuales y todo esto se desemboca en beneficios del productor.

**Palabras clave:** Plagas, metodologías, direccionamiento, control, monitoreos.

## SUMMARY

The mango crop is one of the most desired worldwide, due to its good organoleptic characteristics, therefore, this document shows the presentation of the different technologies applied for the diagnosis and good management of pests in mango crops, the technologies such as App, drones and robots allow an adequate diagnosis of agricultural pests, but it is not 100% effective in controlling pests, these technologies allow us to reduce work personnel, aerial monitoring where the Technician cannot monitor and long monitoring tours and in the reduction of economic budget to large companies or farmers. For this reason, this bibliographical analysis had the objective of highlighting the benefits of using technologies to control pest attacks and diagnose their presence, in order to be able to collaborate with producers in a technical way in directing mango cultivation. , which will lead to maximizing production per surface unit and even reducing production costs, I recommend the use of Drones, because it benefits the farmer not to make long trips for monitoring, the reduction of workers, and we can observe pests in the high parts where farmers cannot monitor mango cultivation, thus achieving satisfactory conclusions, which allow us to extend possible solutions for good management and pest control, which are not only useful in mango but also in all other fruit trees considered perennial and even also in annual crops and all this leads to benefits of the producer.

**Keywords:** Pests, methodologies, addressing, control, monitoring.

# CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I .....	3
MARCO METODOLÓGICO.....	3
1.1 Definición del tema caso de estudio .....	3
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.3 Justificación .....	4
1.4 Objetivos .....	5
1.4.1 Objetivo General .....	5
1.4.2 Objetivos Específicos.....	5
1.5 Fundamentación teórica.....	5
1.5.1 Plagas de importancia en el cultivo de mango .....	5
1.5.1.1 Brotes tiernos e inflorescencias .....	5
a) Cicadélidos del mango ( <i>Cicadellidae</i> ) .....	5
b) Cecidómidos del mango ( <i>Diptera, Cecidomyiidae</i> ).....	6
c) Trips (Thysanoptera) .....	6
d) Lepidópteros de las flores:.....	6
1.5.1.2 Plagas de frutos .....	7
a) Moscas de la fruta (Tephritidae).....	7
b) Complejo de ceratosistis y erwinia .....	7
c) Pudrición de la base del fruto .....	7
1.5.1.3 Plagas de hojas y yemas .....	8
a) Cochinillas .....	8
b) Ácaros .....	8
1.5.2 Tecnología informática aplicada en cultivos .....	9
1.5.2.1 Tecnologías aplicadas para el diagnóstico y manejo de plagas en el cultivo de mango.....	10
• Drones.....	10
a. Cinética fluorescente roja generada por la clorofila. ....	10
b. Fluorescencia prismática generada por luz UV .....	11
c. Termografía relacionada a la imagen.....	12
• Dispositivos de teledetección .....	13
• App “Doctor X Nabat” .....	14

- **GoMicro examine, GoCamera y AI Scopes: detector de plagas agrícolas**

<b>1.5.3 Tecnologías biológicas aplicadas en el manejo de plagas y enfermedades en los cultivos.</b>	<b>16</b>
<b>1.5.3.1 El control biológico de plagas</b>	<b>18</b>
<b>1. Antracnosis</b>	<b>19</b>
<b>2. Mancha negra bacteriana</b>	<b>19</b>
<b>3. Oidio</b>	<b>20</b>
<b>1.5.4 Mejoramiento genético</b>	<b>21</b>
<b>1.6 Hipótesis</b>	<b>22</b>
<b>1.7 Metodología de la investigación</b>	<b>22</b>
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>24</b>
<b>RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>24</b>
<b>2.1. Desarrollo del caso</b>	<b>24</b>
<b>2.2 Situaciones detectadas (Hallazgo)</b>	<b>24</b>
<b>2.3. Soluciones planteadas</b>	<b>25</b>
<b>2.4 Conclusiones</b>	<b>26</b>
<b>2.5 Recomendaciones</b>	<b>26</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>28</b>

## **Tabla de figuras**

<b>Figura 1. Parámetros de fluorescencia roja emitida por la clorofila</b>	<b>11</b>
<b>Figura 2. Fluorescencia multicolor inducida por luz UV</b>	<b>12</b>
<b>Figura 3. Termografía de imagen</b>	<b>13</b>
<b>Figura 4. Robots de exploración de campo que proporciona datos y mediciones fiables</b>	<b>14</b>
<b>Figura 5. App “Doctor X Nabat”</b>	<b>15</b>
<b>Figura 6. CoMicro Examine, Ámbitos de inteligencia artificial</b>	<b>16</b>

## INTRODUCCIÓN

A nivel global son alarmantes los daños originados por plagas, pues por ello es de suma validez ejecutar estudios científicos utilizando estrategias con el fin de disminuir los niveles de población en lo referente a las plagas, mejorando de esta manera los rendimientos por unidad de superficie, ayudando de esta forma a que el agroecosistema mantenga su equilibrio y que asegure en lo mayor posible el bienestar de la producción en los cultivos y por ende el buen estilo de vida en la población (Altieri 2018).

El Ecuador es un país cuya economía también está basada en la distribución mundial de frutas, entre ellas el mango (*Mangifera indica* L.), por lo tanto, es necesario conocer los métodos modernos o usos de tecnologías aplicadas a este cultivo, pues vale indicar que el país cuenta con aproximadamente con 6.500Has de mango de exportación, concentradas principalmente en las provincias de Guayas 70%, Los Ríos el 10%, Manabí el 10% y el Oro con el 10% (Bejerano 2019).

La aplicación de nuevas tecnologías y de los métodos que ayudan colaborando en diagnósticos y manejos de las principales plagas recurrentes en el cultivo de mango, las cuales tienen como principio no destruir los recursos naturales, están estrechamente ligadas a los componentes agroecológicos y ambientales para de esta manera obtener una armonía entre ambas y poder generar sistemas o manejos amigables con el medio ambiente sin repercusiones negativas que desfavorezcan a los recursos naturales (Ploetz 2017).

Con el uso y abuso descontrolado de plaguicidas es necesario socializar técnicas de carácter agroecológicos que colaboren con el desarrollo agrícola en cuanto al manejo de las labores culturales del cultivo, por lo tanto, con este estudio se permitirá generar métodos y tecnologías que ayuden a solventar los escasos de conocimiento que van relacionado con el buen manejo de la fusión entre la agricultura y la ecología (Samaniego 2017).





# **CAPÍTULO I**

## **MARCO METODOLÓGICO**

### **1.1 Definición del tema caso de estudio**

La presente revisión bibliográfica trata sobre la temática de Tecnologías aplicadas para el diagnóstico y buen manejo de plagas en cultivo de mango.

Siendo en la actualidad el uso de las tecnologías biológicas e informáticas las herramientas vanguardistas en cuanto al desarrollo de sistemas agrícolas, es importante analizar estas para lograr óptimos resultados en el cultivo de mango.

### **1.2 Planteamiento del problema**

Las plagas y enfermedades son consideradas como una de las variantes que tienen la mayor posibilidad de afectar a la sostenibilidad o hegemonía de la producción del cultivo de mango ya sean en zonas tropicales o subtropicales. Ante esto, vale indicar, que el manejo fitosanitario cada vez es más complejo, por motivo de que en los últimos años se ha visto una maximización en las áreas de siembra, las variaciones en el manejo de las labores de producción del cultivo y el mayor uso de agroquímicos. En los últimos años, el factor clima juega un papel preponderante ya que el cambio climático está distorsionando el ciclo biológico de distribución o diseminación de entes patógenos a lo cual se le aumenta el desarrollo del mercado internacional para el mango, pues de esta manera se facilita la expansión de enfermedades o plagas de una región a otra con mayor facilidad

A todo lo mencionado se le debe incrementar el manejo empírico de las labores de producción del cultivo de mango, así como sus ejecuciones e incluso el desconocimiento de nuevas y mejores técnicas han hecho que no se logren obtener los más altos niveles de producción por unidad de superficie.

Es por ello que el uso de tecnologías aplicadas a la agricultura ofrece una alternativa para perfeccionar la ejecución de las labores de campo,

brindando posibles soluciones al uso y abuso de pesticidas y demás agroquímicos, siendo a su vez amigable con el ambiente, respetando los factores climáticos lo cual conlleva a una verdadera agricultura moderna de precisión.

Siendo el cultivo de mango un producto de exportación de alto nivel dirigido a otros países, su manejo por lo tanto debe ser óptimo y rentable, considerándolo de esta manera un objeto de estudio en su relación con las tecnologías de carácter agrícola.

### **1.3 Justificación**

El uso de tecnología o sistemas aplicados a la minimización de los ataques de plagas y enfermedades ayudan en gran manera a evitar los bajos rendimientos por unidad de superficie, pues el país al poseer un clima tropical es propenso a sufrir el incremento desproporcionado de entes fitopatógenos, lo cual conllevaría a un problema partiendo desde el campo hasta el transporte de la fruta hacia otros países, facilitando incluso su disseminación. Plagas como la mosca de la fruta, la cual está compuesta de 60 especies siendo las más comunes en el cultivo de frutales como lo es el caso en el mango, además de cochinillas, ácaros, thrips, entre otras.

La tecnología avanza y con ella no solamente los medios de comunicación, la Web, sino también en la agricultura, pues se han hecho investigaciones que consisten en la conjunción de medios tecnológicos con determinados cultivos con el fin de garantizar un mejor y más eficiente manejo de los mismos, es por ello que la agricultura de precisión va a la vanguardia también con la tecnología, pues de esta manera se llevan mejores registros ambientales o meteorológicos, todo ello relacionado al ámbito fenológico y fenométrico del cultivo, pues así se pueden contrarrestar de la mejor forma posible los efectos provocados por cambios de temperatura, exceso de precipitación o humedad, altas y bajas de heliofanía, etc., y a su vez se pueden aplicar con mucha más efectividad los diferentes insumos agrícolas para evitar de esta manera el uso y el abuso de estos.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

- Determinar tecnologías aplicadas para el diagnóstico y buen manejo de plagas en cultivo de mango en Ecuador.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Describir la tecnología de diagnóstico y manejo de plagas con mayor relación benéfica para el cultivo de mango.
- Detallar los beneficios del uso de tecnologías aplicadas para el diagnóstico y manejo de plagas en cultivo de mango.

## **1.5 Fundamentación teórica**

### **1.5.1 Plagas de importancia en el cultivo de mango**

El cultivo de mango presenta afectaciones, en de sus diferentes estructuras fenológicas a causa de las plagas, entre estos daños tenemos:

#### **1.5.1.1 Brotes tiernos e inflorescencias**

##### **a) Cicadélidos del mango (*Cicadellidae*)**

Por lo general, tanto los adultos y las pupas se encuentran en las flores desde el inicio de su primordio, pues es ahí en donde absorben el agua que está en la savia elaborada. Como resultado de su alimentación se genera lo que se conoce como marchitez y a su vez la caída de las flores, y esto conlleva a un daño en el fruto pues no existe el cuajado. Los cicadélidos presentan melaza, y en

ella se desarrollan hongos los cuales deterioran el proceso de la fotosíntesis. Existen 2 *cicadélidos* que son los más importantes, estos son: *Idioscopus clypealis*, Lethierry 1889. *Idioscopus nitidulus*, Viraktamath 1989. (Reddy 2018).

#### **b) Cecidómidos del mango (*Diptera, Cecidomyiidae*)**

Son plagas muy importantes a nivel mundial, sobre todo en Asia, por ende, existen 16 especies que afectan principalmente al mango, la mayoría forman agallas las cuales generan caídas en las flores, y a su vez ello compromete a la futura cosecha de mango, ocasionando bajas en la productividad y ganancia, las principales especies de este grupo son: *Erosomya indica* Felt 1911, *Erosomya mangiferae* Felt 1911, (González 2020).

#### **c) Trips (*Thysanoptera*)**

Los trips son también plagas importantes en el cultivo de mango que causan severos daños en las hojas tiernas debido a que pican y chupan el tejido epidérmico, especies de importancia en este grupo son: *Frankliniella occidentalis* Pergande 1895, *Frankliniella bispinosa* Pergande 1895 (Duran-Trujillo *et al.* 2017).

#### **d) Lepidópteros de las flores:**

Se alimentan de las flores y a su vez se las considera en segundo lugar en cuanto a los daños que puedan ocasionar. Entre las especies se destacan: *Oxydia vesulia* Cramer 1779, *Pococera attramentalis* Zeller 1848, *Pleuroprocha insulsaria* Möschler 1890, *Platynota rostrana* Walcker 1863. (Pineda 2018).

### 1.5.1.2 Plagas de frutos

Según Michel (2022), “indica que las enfermedades en los frutos son altamente perjudiciales, pues generan pérdidas económicas, las mismas que al no ser controladas a tiempo generan daños irreparables en la fruta”.

#### a) Moscas de la fruta (Tephitidae)

Es un insecto holometabolo, es decir que para llegar a su estado adulto debe pasar por cuatro procesos evolutivos, partiendo desde huevo, larva, pupa y hasta llegar al estado adulto. En torno a 60 especies de moscas de la fruta producen daños en el mango y especies afines. Las más importantes pertenecen al género *Anastrepha* Wiedemann 1830 (González 2020).

#### b) Complejo de ceratosistis y erwinia

Es una enfermedad que genera la muerte de los árboles y es de gran distribución a nivel mundial. Su naturaleza es sistémica y es por ello que corroe a todo el árbol de mango, su síntoma más notorio es un exudado presente en los troncos y ramas, pero es en el fruto en donde se encuentra su daño principal, presentando pudrición interna la cual es muy difícil identificar en sus estadios iniciales y solo presenta manchas negras en la cáscara del fruto (Aparicio 2015).

#### c) Pudrición de la base del fruto

La pudrición por pedúnculos, aunque puede ser causada por diferentes patógenos de origen fúngico esta enfermedad es ocasionada principalmente por el *Lasiodyplodia theobromae* Saccardo 1890, es una enfermedad muy común, sobre todo en condiciones de stress, se puede reconocer antes de la cosecha. En su mayoría se presentan entre 7 a 13 días en la poscosecha en temperaturas bajas. Los frutos infectados no

pueden ser útiles para la exportación, ya que entre los síntomas es que presentan lesiones marrones con bordes muy bien específicos desde el pedicelo hasta poder cubrir toda la fruta (Berrío 2018).

### **1.5.1.3 Plagas de hojas y yemas**

Según González (2020), “sostiene que las cochinillas y los ácaros generan daños en el cultivo de mango, las cuales pueden generar bajas en campo y al momento de la exportación”.

#### **a) Cochinillas**

Es considerada una de las plagas más importantes a nivel del planeta, es una especie cosmopolita que actualmente se distribuye en zonas tropicales y subtropicales. Genera daños en frutos, tallos y hojas, pues se alimenta de la savia elaborada lo que ocasiona debilidad en la planta, pero sobre todo genera una melaza la cual contribuye para el ataque de hongos, en cuanto a los frutos de presenta daños en la parte interna, pero en la parte externa ocasiona manchas de color rosado y esto puede llegar a representar alrededor del 50% en pérdida de cosecha (Pino 2020).

#### **b) Ácaros**

Los ácaros que atacan al cultivo de mango pertenecen al grupo *Trombidiformes*, se reproducen sexualmente en estado adulto y coloca sus huevos en el lado del envés de las hojas, cuando las condiciones climáticas son favorables, como la presencia de vientos fuertes, se producen su diseminación de forma rápida, y cuando ahí sequias se reproducen en mayor cantidad, pues las lluvias no les son favorables. Los ácaros alimentan de los brotes tiernos de las yemas, pues absorben la savia elaborada lo cual provoca marchitamiento y poco desarrollo en ramas, lo cual si no se controla a tiempo genera bajas en la

producción, pues es los brotes tiernos es donde se genera la floración (Ayala 2019).

### **1.5.2 Tecnología informática aplicada en cultivos**

El uso de tecnología informáticas es de suma importancia en lo referente al desarrollo y mantenimiento de un sistema agroecológico, por ello los drones, Apps, inteligencias artificiales, etc., hoy en día ayudan en la observación de las diferentes variables fenológicas en las plantas, lo cual permite ser más exactos, por lo que se están volviendo un complemento indispensable, pues por alguna circunstancia el ser humano puede presentar limitaciones en las observaciones agrícolas y forestales (García 2020).

Según Bejerano (2019) sostiene que, la tecnología informática con sus diversas herramientas ayuda a observar cientos de hectáreas de forma rápida y precisa, evaluando las condiciones del terreno, con el fin de recoger información sobre la hidratación, la temperatura o el ritmo de crecimiento de los cultivos. Una de las funciones más importantes que se atribuyen a estos dispositivos es la localización prematura de enfermedades. De esta forma se pueden evitar plagas que arruinen parte de la cosecha. Toda esta información proporciona un ahorro de costo significativo para los agricultores. Evitar las plagas también contribuye a reducir la cantidad de productos químicos que se emplean en los cultivos (Samaniego 2017).

Las tecnologías informáticas ayudan directamente con la agricultura sostenible y/o sustentable, pues permiten minimizar el uso de insumos químicos en las fumigaciones, y la detección a tiempo de insectos plaga. Permiten también evitar incendios forestales, entre otros beneficios, bajo esto se considera lo que



mantiene Schoeman (2018) que, la agricultura de precisión con el uso de datos y tecnologías de última generación promete cambiar para siempre el futuro de las explotaciones agrícolas.

#### **1.5.2.1 Tecnologías aplicadas para el diagnóstico y manejo de plagas en el cultivo de mango.**

- **Drones**

Por medio de drones podemos lograr la captación de información para monitoreo y manejo fitosanitario y para ello existen tres métodos que se describen a continuación: Cinética fluorescente roja generada por la clorofila, Fluorescencia prismática generada por luz UV y Termografía relacionada a la imagen.

##### **a. Cinética fluorescente roja generada por la clorofila.**

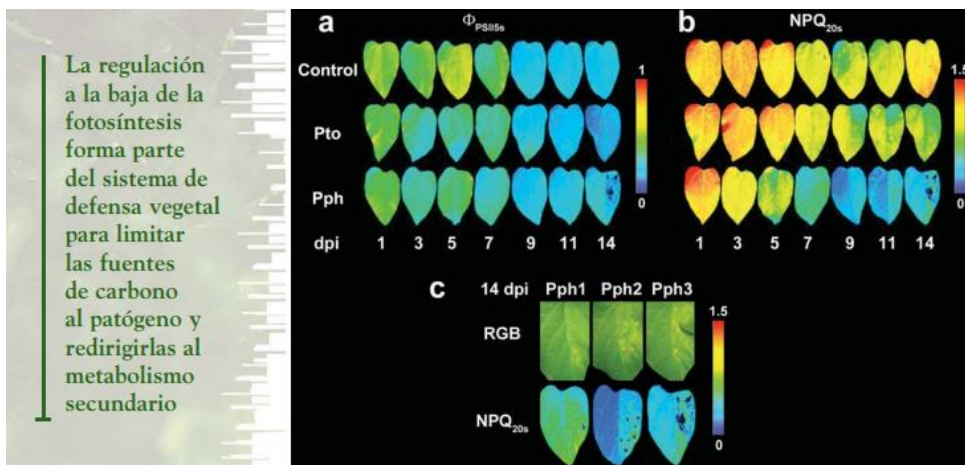
Las líneas de inducción de Chl-F por luz fotosintética brinda luz fotosintéticamente clara que genera información invaluable referente al fotosistema II (PSII) y la asimilación indirecta de CO<sub>2</sub>. Así, podemos analizar o evaluar los resultados de la competencia entre los tres procesos fenológicos y fenométricos de las plantas: la acción fotoquímica PSII, la emanación de energía no aplicada durante la fotosíntesis en forma de calor y a su vez la interacción de la fluorescencia roja, lo que permitiera observar a *Colletotrichum magna*, *Saccharomyces* Meyen ex E.C.Hansen 1876, relacionados con la antracnosis en el cultivo de mango (Santos 2019).

Estos procesos son monitoreados adquiriendo imágenes relacionadas a parámetros tomados de estas cinéticas. Estos parámetros están directamente ligados a procesos fotoquímicos como por ejemplo al rendimiento de PSII (+PSII) y su potencial cuantitativo máximo (FV/FM; logrando alcanza valores de 0,8 en

plantas sanas). O la energía se disipa en forma de calor como enfriamiento no químico (NPQ) (Schoeman 2018).

Las plantas que han sido infectadas con virus o cualquier otro patógeno a menudo presentan alteraciones precodificantes. Estos parámetros se relacionan con los cambios fenológicos originados por los patógenos de las plantas. Además, estos parámetros pueden ser aplicados para diferenciar alteraciones en cuanto al metabolismo de las plantas generadas por relaciones compatibles y aquellas causadas por relaciones que no son compatibles (Zepeda 2018).

**Figura 1. Parámetros de fluorescencia roja emitida por la clorofila**



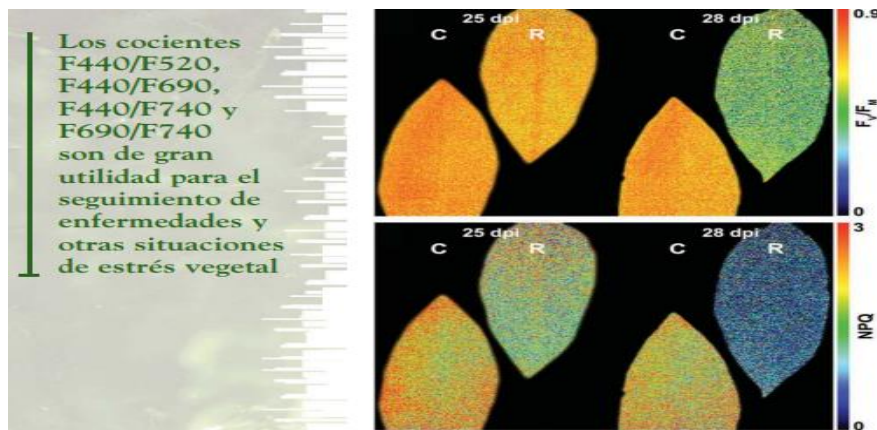
Fuente: Tomado de Pineda 2018:9

## b. Fluorescencia prismática generada por luz UV

La excitación del portaobjetos con luz ultravioleta (321–401 nm) produce 4 picos de luminosidad: 441 nm (azul; F440), 521 nm (verde; F520), 691 nm (rojo; F690) y 741 nm, estos picos luminosos pueden ser usados para analizar el estrés biológico relacionado a la infección por fito patógenos ocurrentes en el cultivo de mango (Altieri 2018).

La biosíntesis de muchos elementos fenólicos, se activa principalmente a partir de la vía fenil-propanoide durante el estrés de la planta como componente de defensa natural. Algunos de estos elementos presentan fluorescencia en los colores verde y azul cuando se exponen a la luz ultravioleta, como en los ácidos hidroxycinámicos (Aparicio 2019).

**Figura 2. Fluorescencia multicolor inducida por luz UV**



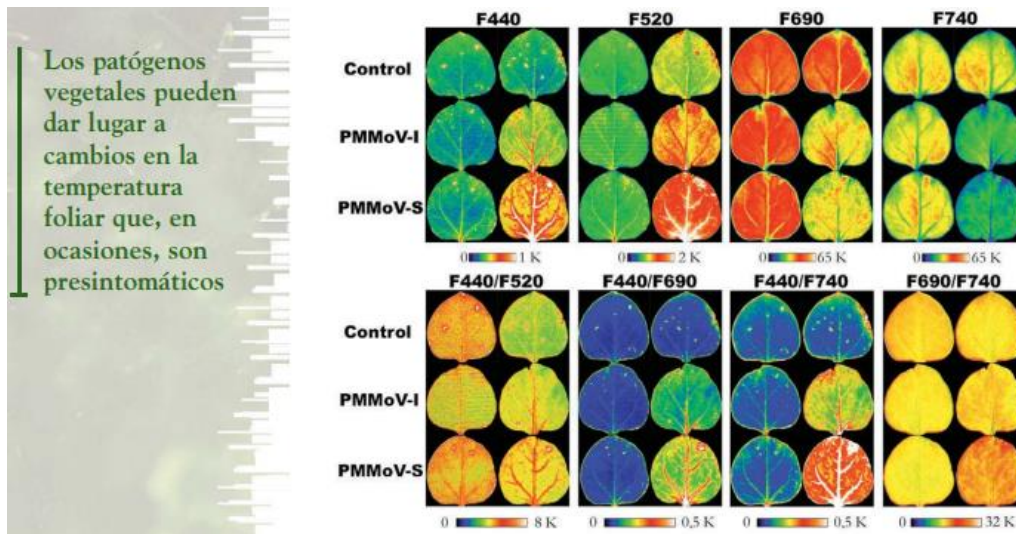
Fuente: Tomado de Pineda 2018:10

### c. Termografía relacionada a la imagen

Por lo general, las estomas intervienen en el intercambio de gases durante el proceso fotosintético, sino que también enfrían la planta y controlan el proceso de transpiración, que es el mecanismo de la planta en la absorción de nutrientes y agua (Bejerano 2019).

Las estomas son rutas de entrada naturales para los patógenos, y también sirve como un medio de defensa para las plantas, la termografía registra la radiación infrarroja cercana originada por el cultivo, registrando así su temperatura. Esto está inversamente relacionado con la transpiración y la conductividad de las estomas y a su vez se han utilizado para detectar ataques de virus, bacterias y hongos en el cultivo de mango, como por ejemplo con *Verticillium lecanii* Zare & W. Gams 2001, *Bacillus*

*subtilis* Ehrenberg 1835 y *Tilletiopsis minor* Peters 1866, que se relacionan con el Oidio (Berrío 2018).



**Figura 3. Termografía de imagen**

Fuente: Tomado de Pineda 2018:10

- **Dispositivos de teledetección**

Este sistema se caracteriza por aplicar tecnologías basadas en la teledetección, la cual combina sensores de tipo fotónicos e inteligencia artificial. Estos implementos serán ubicados en pequeños automotores autónomos, ya sean terrestres, como aéreos lo cual se refiere a naves no tripuladas (drones) las mismas que se caracterizan por poseer sensores de resolución espacial y espectral superior, las mismas que ayudarán a realizar diferentes funciones, como por ejemplo; uso de variables nutrimentales y direccionamiento de tratamientos fitosanitarios, lo cual desembocará en la minimización de los tiempos de captura y procesado para poder brindar información de alto valor de la manera más pronta posible (Ganadero 2020).

**Figura 4. Robots de exploración de campo que proporciona datos y mediciones fiables.**



Fuente: Tomado de Ganadero 2020

- **App “Doctor X Nabat”**

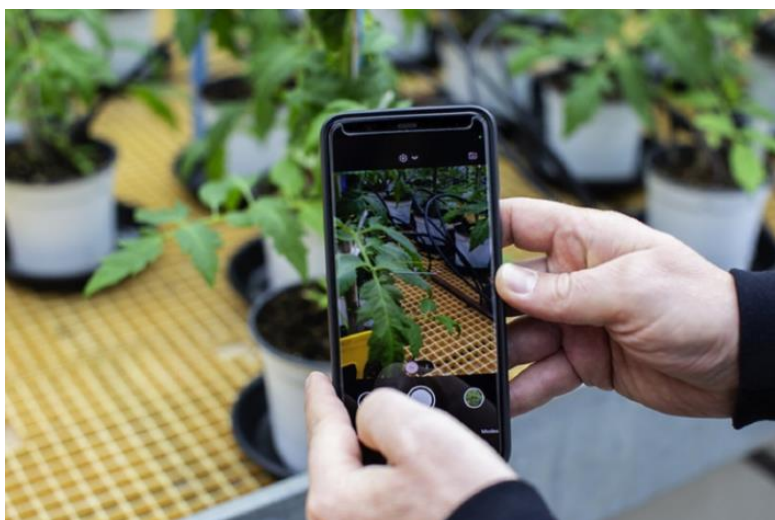
En la actualidad Márquez (2017), manifiesta que las pérdidas por ataques de plagas en los cultivos representan entre el 20 y 40%, y a ello se debe aumentar el estrés biótico al que muchas veces las plantaciones son sometidas lo cual puede generar bajos resultados por unidad de superficie.

“Doctor X Nabat” es el resultado de varios años de investigación en el área agrícola con el fin de poder brindar una pronta respuesta a los daños que se puedan originar las plagas y de esta manera reducir las aplicaciones químicas en el control fitosanitarios, su funcionalidad consiste en capturar una imagen de una parte afectada del cultivo, acto seguido la aplicación genera un

índice o probabilidad del tipo de enfermedad o plaga que esté afectando al cultivo, y a su vez, entrega el tratamiento fitosanitario que servirá para tratar dicha enfermedad o plaga, las pruebas realizadas han obtenido un alto nivel de confianza en la Unión Europea. (NOBBOT 2022).

El mismo autor menciona que, esta aplicación posee en su memoria interna alrededor de 25.000 fotografías de plagas y enfermedades, las cuales son reconocidas a nivel mundial, y a través de un mecanismo de reconocimiento e identificación relaciona la foto con las que ya posee y de esta manera presenta sus resultados.

**Figura 5. App “Doctor X Nabat”**



Fuente: Tomado de NOBBOT 2022.

- **GoMicro examine, GoCamera y AI Scopes: detector de plagas agrícolas**

GoMicro examine, es una herramienta generada por el Instituto del Sur de Australia, que permite diagnosticar plagas, y consiste en una lupa la cual debe ser colocada en la cámara del celular y sacar una foto con un teléfono inteligente. para que la herramienta funcione adecuadamente se debe hacer uso de la App

GoCamera que permite utilizar la linterna del teléfono para crear un entorno de iluminación perfecta a manera de luz de instrumentos de laboratorio como el microscopio lo que permite la toma de una imagen perfecta para diagnóstico, mismo que se logra con el uso del AI Scopes que es un sistema de Inteligencia Artificial que mediante una base de datos permite la detección de la plaga. Investigaciones más recientes están ayudando a capacitar al sistema de AI Scopes para no solo diagnosticar plagas agrícolas, sino para análisis de calidad de las frutas, factor importante en el proceso de comercialización (Productor 2020).

Este mismo autor manifiesta que, la empresa que creó el microscopio oficialmente llamado GoMicro, hizo su lanzamiento en la feria de Melbourne, esta herramienta tiene la función de ampliar la resolución de la cámara del dispositivo móvil ayudando a bloquear la luz externa, lo permite visualizar con precisión las plagas que incluso una persona no puede llegar a observar. Además, mencionó que AI Scopes va a continuar ampliando su base de datos para diagnosticar las plagas que existen en los diferentes cultivos a nivel mundial.

**Figura 6. GoMicro Examine y GoCamera.**



Fuente: Tomado de Productor 2020

### **1.5.3 Tecnologías biológicas aplicadas en el manejo de plagas y enfermedades en los cultivos.**

La agricultura se relaciona directamente con los recursos naturales, pues esta relación es de suma importancia para generar una agricultura que sea limpia y de precisión, su finalidad es poder producir cultivos de alta calidad ecológica y así afectar positivamente la salud de todos los consumidores, pues se incluye también la minimización de usos y abusos de pesticidas químicos ya que estos son aplicados para disminuir el ataque de plagas (Aparicio 2019).

Indicando las mismas razones Altieri (2018), sostiene que, mediante el diseño de agroecosistemas basados en principios agroecológicos los agricultores pueden reducir sustancialmente la incidencia de plagas, por un lado, al afectar el desarrollo de la plaga, y por el otro haciendo que sus cultivos sean menos vulnerables a ser invadidos por estas. Es por ello que el enfoque agroecológico se centra en la reestructuración de los agroecosistemas, aprovechando las ventajas inherentes a los sistemas ecológicos diversificados y utilizando solo cuando sea necesario tratamientos terapéuticos con interrupciones mínimas (Armendariz 2020).

Las estrategias agroecológicas permiten implementar y a su vez concientizar sobre la aplicación de agroquímicos, pues se ha observado que presentan daños secundarios o colaterales por motivos de su mal uso o abuso, ocasionado por conocimientos empíricos o irresponsables por parte de los agricultores y de las empresas que los expenden (Basadre 2019).

Según Zepeda (2018) sostiene que la mejor estrategia para lograr un buen manejo de plagas y enfermedades es no basarse en antiguas metodologías, sino más bien en la implementación de nuevas y modernas tecnologías, las cuales consideran aspectos agroecológicos y económicos, de esta forma se logrará una



agricultura moderna con enfoques muy establecidos de sostenibilidad.

### **1.5.3.1 El control biológico de plagas**

Conforme Hernández (2018) expresa que, el control biológico o biocontrol, se ha definido como “El uso de organismos vivos para suprimir la densidad de población o impacto de una plaga específica, haciéndola menos abundante o menos perjudicial”. El control biológico utilizando microorganismos antagónicos puede representar una alternativa viable y ambientalmente segura en comparación con los fungicidas sintéticos. Bacterias y levaduras han sido utilizadas con éxito para el control de enfermedades, algunos de sus principales mecanismos antagónicos son la competencia por espacio y nutrientes, inhibición por compuestos volátiles orgánicos (CVO's), sideróforos, antibióticos, enzimas hidrolíticas, inducción de resistencia, entre otros (Márquez 2017).

Hoy en día es necesario recomendar enmiendas de tipo biológicas para de esta manera evitar el uso y abuso de componentes químicos, dichos agroquímicos generan contaminaciones ya sea a largo o a corto plazo, por ello la aplicación de controladores biológicos como hongos, virus y bacterias, entre otros, es una puerta abierta para mantener una hegemonía agroecológica (Berrío 2018).

El control biológico es una ayuda para el mantenimiento, desarrollo y equilibrio de un agroecosistema, pues vale indicar que

en la actualidad presenta daños muy graves por el uso descontrolado de agroquímicos. Los sistemas de MIP – Manejo Integrado de Plagas, utilizando metodologías biológicas ayudan a disminuir los niveles de contaminación, por lo cual este método es esencial, aunque es más costoso y con resultados son observables en tiempos más distantes, pero su eficacia es innegable. Es un método agrícola que usa depredadores, parásitos, herbívoros u otros medios naturales (Armendariz 2020).

Según Ploetz (2017), manifiesta que el control biológico puede ser un componente importante del Control Integrado de Plagas (también conocido como Manejo Integrado de Plagas, MIP), considerado el planteamiento más complejo dentro del control de plagas. En la naturaleza unas especies controlan a otras, es decir se genera un sinergismo entre especies y antagonismos en otras, pero todo regido equilibradamente creando un agroecosistema adecuado en los recursos naturales como lo son: espacio, luz, nutrientes, temperatura, agua, etc. Como ejemplos de que un ente puede controlar a otro tenemos:

## **1. Antracnosis**

*Bacillus licheniformis* Chester 1901, ha sido evaluado como aspersion foliar como tratamiento previo a la cosecha para controlar enfermedades de frutos en mangos, ya sea solo o alternado con oxiclورو de cobre permitido en la agricultura orgánica. La aplicación de *B. licheniformis* Chester 1901 una cada 3 semanas desde inicio de la floración hasta la cosecha logró un control moderado de antracnosis y *Botryosphaeria* Theiss. & H. Syd 1918, lo que indica validez para uso comercial en aplicaciones de pre- cosecha (Prusky 2020).

## **2. Mancha negra bacteriana**

Las tecnologías de control biológico para contrarrestar las manchas negras bacterianas no se han estudiado de forma exhaustiva. En la India se reportó que una cepa de *Bacillus coagulans* Chester 1901, de mango fue efectiva contra cepas del patógeno *Xanthomonas citri* Dowson 1939, pero no hay evidencia de control biológico del patógeno en esta región (Rossi 2018).

### 3. Oidio

Se reportó que un aislamiento de *Ampelomyces quisqualis* Burges 1998, logra parasitar el mildiú polvoroso del mango *Oidio mangiferae* Berthet y minimiza a la enfermedad. También reportaron que *Ampelomyces quisqualis* Bary, 1870 era resistente a varios agroinsumos utilizados para controlar la enfermedad e informaron que la utilización de agentes de biocontrol como *Bacillus subtilis* Chester 1901, *Tilletiopsis minor* Peters, 1866 y *Verticillium lecani* Gams 1971, en el envés de las hojas inoculados con anterioridad de *O. mangiferae* Carlos Linneo 1753 disminuyó significativamente la generación de conidios y la infección de las hojas (Rungjindamai 2019).

#### 1.5.3.2. Estudios sobre controladores biológicos de plagas en mango

*Pestalotia mangiferae* Steyaert, 1909, es el causante de la podredumbre del fruto en mango, para ello se suspendieron en el patógeno las esporas en varias densidades y de allí se evaluó la germinación usando la metodología de Hoffman. Como resultado se observó que los componentes que no permitieron la germinación de las esporas esperando entre 7 – 12 horas para la incubación se transformaron en frutos contagiados, para ese experimento se aplicaron frutas de la variedad DUSHERI las cuales fueron contagiadas de forma artificial sumergiéndolas de 3 hasta 5 minutos (Basadre 2019).

Este mismo autor menciona que, los científicos que realizaron el experimento antes descrito expusieron que, de todos los componentes que impidieron la germinación de las esporas de los hongos fue solamente la número 190 de *Lycopodium clavatum* Henn 1907 que pudo demostrar efectividad a la infección presente en el fruto después de 7 días (Bejerano 2019).

#### **1.5.4 Mejoramiento genético**

En los últimos años, los cultivares de mango han ido cambiado paulatinamente, por variedades antiguas que han sido sometidas a mejoramientos graduales en relación con las características fenológicas y fenométricas, obteniendo buenos rendimientos, alta resistencia a plagas y a las enfermedades, siendo de esta manera mejoradas las variedades clásicas por las nuevas (Kuhn 2017).

Para encontrar mejores genotipos, es urgente poder distinguirlos y, además, señalar a los mejores. Es importante conocer que todo lo que podemos observar (fenotipo) es la consecuencia de la estructura genética (genotipo) y de las influencias ambientales por lo tanto la fórmula sería: fenotipo + genotipo = ambiente. Es decir, observar un buen fenotipo infiere que tienes un buen genotipo. Por lo tanto, al seleccionar de un grupo de plantas, asegúrese de que todas estén en condiciones similares (agua, luz, abono, temperatura, etc.) (García 2020).

Según Guerra (2018), por naturaleza, las especies que no han sido mejoradas presentan un alto grado de variabilidad natural, es decir, presentan menos resistencias a enfermedades y plagas, lo cual conlleva a pérdidas económicas. El primer requisito en cuanto al mejoramiento genético en el cultivo de mango es la selección dentro de este grupo genotípico. El propósito de trabajar

con material genético es la de obtener buenos genotipos, razas homogéneas y menos diversidad. Luego debe cultivarse artificialmente, y para este propósito se cumplen se utilizan los siguientes procedimientos: cruzamientos interespecíficos; Cruzamientos artificiales, intraespecíficos; Injerto cromosómico; Mutagénesis artificial, entre otros

Se han hecho estudios fitogenéticos en el mango 'Tommy Atkins', quien posee una gran validez mundial, una larga vida útil y a su vez es muy resistente a plagas y enfermedades. En el Instituto de Ciencias Agrícolas y Alimentarias (IFA), del estado de Florida, se analizan la estructura genética del mango con el fin de conocer el origen de las particularidades fenológicas y fenométricas, ya que el genoma posee toda la información que estructura a los organismos y a sus procesos vitales (ChiBio 2021).

En el caso del mango 'Tommy Atkins' como componente principal del estudio de fitomejoramiento, ayudará al desarrollo de variedades de mango mejoradas, y que a su vez sean más resistentes al ataque de plagas y enfermedades e incluso resistentes a periodos de sequías o exceso de humedad, todo esto partiendo del estudio de su genoma (Kuhn 2017).

## 1.6 Hipótesis

**H0:** El uso de tecnologías aplicadas no contribuyen para el diagnóstico y buen manejo de plagas en cultivo de mango.

**Ha:** El uso de tecnologías aplicadas contribuyen para el diagnóstico y buen manejo de plagas en cultivo de mango.

## 1.7 Metodología de la investigación

La metodología que se aplicó fue la de recopilación de información de textos actualizados, bibliotecas virtuales, revistas, páginas web y artículos científicos que permitieron el desarrollo de la investigación.

La técnica empleada en la presente investigación corresponde a la de análisis, síntesis y resumen de la información obtenida con respecto a el empleo de tecnologías para el diagnóstico y buen manejo de plagas en cultivo de mango.

## **CAPÍTULO II**

### **RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1. Desarrollo del caso**

La finalidad de este documento fue recolectar información referente a las tecnologías aplicadas para el diagnóstico y buen manejo de plagas en cultivo de mango.

Con el desarrollo de las tecnologías biológicas e informáticas, son herramientas vanguardistas en cuanto al desarrollo de sistemas agrícolas, mismas que han permitido analizar métodos para de esta forma lograr óptimos en el cultivo de mango.

Vale indicar que la aplicación de tecnologías agrícolas permite mejores resultados en productividad y a su vez ayuda a mitigar, direccionar, contrarrestar y precautelar los efectos producidos por el ataque de entes perjudiciales o plagas, dejando atrás ideas y fundamentos rudimentarios u obsoletos, pues estas tecnologías brindan beneficios para el agricultor.

#### **2.2 Situaciones detectadas (Hallazgo)**

- Los productores de mango poseen grandes conocimientos en ciertos tópicos, y así mismo escasos o casi nulos conocimientos en otros.
- Desconocimiento de las tecnologías usadas para el diagnóstico y manejo de plagas en el cultivo de mango, sobre todo las tecnologías informáticas (drones, robots, apps, inteligencia artificial entre otros).
- Aparte de los desconocimientos de tecnologías, los productores tienen escasos conocimientos sobre ecología y biología de las diferentes

plagas del mango, por ellos su capacidad para controlar plagas se ve limitada.

- El saber el uso de nuevas tecnologías como los drones contribuye a la reducción y abuso de agrotóxicos lo cual es perjudicial para el equilibrio ambiental.
- En muchos casos control de plagas es realizado de forma empírica, es decir, los productores no tienen fundamentación técnica sobre la naturaleza de los entes patógenos y su capacidad de resistencia ante los agroinsumos.
- El productor de mango cosecha a destiempo puesto que aplica a manera de sinergismo fungicidas mezclados con foliares como medida sanitaria.

### **2.3. Soluciones planteadas**

En base a las situaciones detectadas se plantea:

- Generar días de campo a los productores de mango para socializar la importancia del uso de las nuevas tecnologías en el control de plagas y enfermedades.
- El uso de drones, robots y apps con los sistemas integrados que permitirán el diagnóstico para la toma de decisiones prontas y adecuadas sobre el manejo de plagas en el cultivo de mango lo que contribuye a disminuir el uso de agrotóxicos
- Socializar conocimientos sobre los diferentes insectos plaga del cultivo de mango para mejorar su manejo y control.



- Se deben realizar análisis de impactos agro -socio-económicos en cuanto al uso de las tecnologías agrícolas para mango.
- Desarrollo de cultivares mediante el mejoramiento genético de mango con algún grado de resistencia a plagas para evitar el excesivo uso de agroquímicos que destruyen el ciclo biológico de la fauna debido a las incorrectas dosificaciones.

## **2.4 Conclusiones**

- En conclusión, las tecnologías como App, drones y robots permiten un adecuado diagnóstico de plagas agrícolas, pero no es un 100% de efectividad para controlar las plagas, estas tecnologías nos permiten la reducción de personal de trabajo, monitoreos aéreos donde el Técnico no puede llegar a monitorear y largos recorridos de monitoreo y en la reducción de presupuesto económico para el agricultor.
- Los Técnicos al usar los drones monitorean los cultivos y en algunos casos el accionar del sistema, el software puede analizar directamente el estado fenológico del cultivo de mango y otros cultivos y de esta manera se pueden dar sugerencias basadas en cierta anomalía ocurrente.
- La tecnología, utilizada con racionalidad, incrementará la compatibilidad entre Medio Ambiente y Agricultura, y es de importancia disminuir la aplicación de agroinsumos químicos y aumentar el uso de insumos biológicos o naturales que contribuyan en el equilibrio de los agroecosistemas.

## 2.5 Recomendaciones

En base a las conclusiones se recomienda:

- Recomiendo el uso de Drones, por que beneficia al agricultor a no hacer recorridos largos para monitoreos, la reducción de trabajadores, y podemos observar plagas en las partes altas donde los agricultores no podemos monitorear en el cultivo de mango.
- Realizar estudios o análisis sobre la veracidad de las tecnologías informáticas generadas para el diagnóstico y manejo de plagas para el cultivo de mango.
- Continuar con investigaciones de tecnologías generadas para productores de mango y otros cultivos específicamente en tema de control biológico de plagas.
- Generar cursos de capacitación para el uso de tecnologías aplicadas para el diagnóstico y buen manejo de plagas en cultivo de mango

## BIBLIOGRAFÍA

- Altieri, M. 2018. Manejo ecológico de plagas. Revista de agroecología, volumen 34.
- Aparicio, V. 2015. Los plaguicidas agregados al suelo y su destino en el ambiente. Santa FE: 'EL VIKINGO'.
- Armendariz, I. 2015. Nemátodos fitopatógenos y sus estrategias de control. Sangolquí: ESPE.
- Ayala Ortega, J. d. 2019. Identificación del ácaro y el patógeno asociado a la malformación floral de mango en Gabriel Zamora, Michoacán. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 345-350.
- Basadre. 2019. Los drones una herramienta para una agricultura eficiente: un futuro de alta tecnología. Idesia (Arica), vol.37. 45-46 p.
- Bejerano, P. 2015. TODRONE. TODRONE. Disponible en <https://www.todrone.com/uso-drones-agricultura/>
- Berrío. 2018. Uso de drones para el analisis de imágenes multiespectrales en agricultura de precisión. @Limentech ciencia y tecnología alimentaria, Volumen 13, No. 1, p.28-40.
- ChiBio.2021. Mango con mejor sabor y vida útil. Secuencian genoma de una variedad para potenciar su mejoramiento genético. Disponible en <https://www.chilebio.cl/2021/04/15/mango-con-mejor-sabor-y-vida-util-secuencian-genoma-de-una-variedad-para-potenciar-su-mejoramiento-genetico/#:~:text=Un%20equipo%20de%20cient%C3%ADficos%20de,plagas%20y%20otros%20rasgos%20beneficiosos.>
- Duran-Trujillo *et al.* 2017. Evaluación de insecticidas para control de trips y ácaros plagas del mango (*Mangífera indica* L.) en tierra caliente México. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 381 - 394.
- Ganadero, C. 2020. Agronet. Nueva tecnología para mejorar el control de plagas. Disponible en <https://mundoagropecuario.net/nueva-tecnologia-para-mejorar-el-control-de-plagas/>
- García. 2020. Tecnología integrada para cultivos protegidos en la Mesa de Guanipa, Venezuela. Revista de ingeniería agrícola, 78-89 p. .

- González. 2020. Mangos, plagas y enfermedades. Disponible en [https://www.mango.org/wp-content/uploads/2020/08/Mango\\_Plagas\\_y\\_Enfermedades\\_SPN.pdf](https://www.mango.org/wp-content/uploads/2020/08/Mango_Plagas_y_Enfermedades_SPN.pdf)
- Guerra, M. 2018. Diversidad genética de *Mangifera indica* (Anacardiaceae) en Valencia, Córdoba, Colombia, usando marcadores microsatélites. *Acta botánica mexicana*, 76-103.
- Hernández, L. 2018. Potencial antagónico de bacterias y levaduras marinas para el control de hongos fitopatógenos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4311 - 4321.
- Kuhn, D. N. 2017. Mapeo Genético, Evaluación de Germoplasma y Desarrollo de Herramientas Genómicas para Acelerar el Mejoramiento Genético de Cultivares de Mango . Disponible en: [https://www.mango.org/wp-content/uploads/2018/04/Genome\\_Final\\_Report\\_Spn.pdf](https://www.mango.org/wp-content/uploads/2018/04/Genome_Final_Report_Spn.pdf)
- Márquez, A. N. 2017. La otra guerra: la situación de los plaguicidas en el Ecuador. Quito: Adolfo Maldonado.
- Michel. 2022. Clase de manejo de agroquímicos. Honduras: Zamorano. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/63f3e2bc-25af-414b-b2e9-22734840f8e8/content>
- NOBBOT. 2022. Tecnologías para las personas. Disponible en <https://www.nobbot.com/tecnologia/aplicaciones-moviles-tecnologia/una-app-para-detectar-plagas/>
- Pineda, M. 2018. Nuevas tecnologías en Fitopatología. *Sociedad española de fitopatología*, 6 - 36.
- Pino, M. 2020. Horticultura. Disponible en <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/312439-Recomendaciones-para-manejo-sostenible-de-cochinilla-blanca-del-mango-en-sur-de-Espana.html>
- Ploetz. 2017. Manejo del cultivo de mango. *Acta Horticulturae* , 1183: 221-227.
- Productor. 2020. Un nuevo microscopio permite a los agricultores detectar plagas y enfermedades con el teléfono móvil. Disponible en: <https://elproductor.com/2020/03/un-nuevo-microscopio-permite-a-los-agricultores-detectar-plagas-y-enfermedades-con-el-telefono-movil/>
- Prusky. 2009. El mango. Control Biológico de Fitopatógenos, Insectos y Ácaros Agentes de Control Biológico. Nevada: CAB International, Oxfordshire.

- Reddy. 2018. Pests and Their Management. Springer Nature Signature., Pp. 415-440. .
- Rossi. 2007. Preparados homeopáticos. Rev Bras. de Agroecologia , 2: 937-940.
- Rungjindamai. 2016. Biocontrol de enfermedades . Journal of Plant Protection Research , 56 (3): 306-311.
- Samaniego, J. F. 2017. Agricultureros. drones para agricultura: beneficios y casos reales. Consultado 13 Ago. 2022. Disponible en <https://agricultureros.com/drones-para-agricultura-beneficios-y-casos-reales/>
- Santos. 2015. Aplicación de rayos Gamma en cultivos. Brazilian Journal of Microbiology , 46: 841–847.
- Schoeman. 2018. Integrated control of mango blossom malformation in South Africa. South African Journal of Plant and Soil, 36, 51-56.
- Zepeda, I. 2018. Manejo sustentable de plagas agrícolas en México. SCielo, vol 15.