



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



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Consejo Componente Práctico del Examen de Carácter  
Complexivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad,  
como requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

Diversificación agrícola, su importancia en el manejo de plagas en  
cultivo de banano (*Musa paradisiaca* AAA) para una agricultura  
sustentable

**AUTOR:**

Eustaquio Sebastián Villamar Vera

**TUTOR:**

Ing. Agr. Oscar Caicedo Camposano, PhD.

Babahoyo- Los Ríos - Ecuador

2022

## RESUMEN

La diversificación de cultivos es una gran alternativa para la producción de cultivos en el lugar determinado, considerando que cada uno de ellos debe ser cultivado de una manera más técnica, sin olvidar los conocimientos ancestrales. Las fincas de banano, y en particular las pequeñas y medianas explotaciones que sólo producen bananos a pequeña escala, pueden verse muy afectados si la producción disminuye debido a elementos climáticos o al impacto de plagas o enfermedades junto con la sigatoka negra, por lo que es importante que dispongan de diferentes formas de crear un ingreso. La información obtenida fue efectuada mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, con la finalidad de que el lector conozca sobre la diversificación agrícola, su importancia en el manejo de plagas en el banano (*Musa paradisiaca* AAA) para una agricultura sustentable. Por lo anteriormente detallado se determinó que, mediante la diversificación de cultivos se puede lograr un mayor rendimiento de un lugar determinado sembrado policultivos que de una superficie igual sembrada con un solo cultivo. La diversificación en el cultivo de banano es primordial para la diversidad del entorno y también puede servir como suministro de alimentos, teniendo en cuenta que la alternancia o asociación con otros cultivos como: plátanos-arboles, plátanos-frutales, plátanos-arboles-frutales, o cualquier otro tipo de estrategia potenciará el control natural de plagas y disminuirá el riesgo económico en el sistema de producción. Las plantaciones de banano diversificadas contribuyen favorablemente a la conservación de la biodiversidad y favorecen la distribución de insectos benéficos asociados al cultivo del banano.

**Palabras claves:** Diversificación agrícola, banano, plagas, agricultura sustentable

## **SUMMARY**

Crop diversification is a great alternative for crop production in the given location, considering that each crop must be cultivated in a more technical way, without forgetting ancestral knowledge. Banana farms, and in particular small and medium farms that only produce bananas on a small scale, can be greatly affected if production decreases due to climatic elements or the impact of pests or diseases along with black sigatoka, so it is important that they have different ways to create an income. The information obtained was carried out through the technique of analysis, synthesis and summary, with the purpose of informing the reader about agricultural diversification, its importance in the management of pests in banana (*Musa paradisiaca* AAA) for a sustainable agriculture. Based on the above, it was determined that, through crop diversification, a higher yield can be achieved from a given site planted with polycultures than from an equal area planted with a single crop. Diversification in banana cultivation is essential for the diversity of the environment and can also serve as a food supply, taking into account that the alternation or association with other crops such as: banana-trees, banana-fruit trees, banana-fruit trees, or any other type of strategy will enhance natural pest control and reduce the economic risk in the production system. Diversified banana plantations contribute favorably to biodiversity conservation and favor the distribution of beneficial insects associated with banana cultivation.

**Key words:** Agricultural diversification, banana, pests, sustainable agriculture.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	II
SUMMARY.....	III
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.....	3
MARCO METODOLÓGICO.....	3
1.1. Definición del tema caso 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. Diversificación agrícola.....	4
1.5.1.1. Ventajas de la diversificación agrícola.....	6
1.5.1.2. Dificultades en la diversificación agrícola.....	7
1.5.1.3. Expectativas en la diversificación agrícola.....	7
1.5.2. Diversificación agrícola en los agroecosistemas.....	8
1.5.3. Sistemas de diversificación agrícola para el control de plagas en el banano. 11	
1.5.3.1. Manejo de plagas en sistemas de producción de banano diversificado.....	12
1.6. Idea de investigación.....	19
1.7. Metodología de la investigación .....	19
CAPITULO II.....	21
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	21
2.1. Desarrollo del caso .....	21
2.2. Situaciones detectadas (hallazgo).....	21
2.3. Soluciones planteadas.....	21
2.4. Conclusiones.....	22
2.5. Recomendaciones.....	22
BIBLIOGRAFÍA.....	24

## INTRODUCCIÓN

La agricultura es considerada como un proceso dinámico de producción de alimentos, al menor costo posible, mediante la aplicación de procesos químicos, causando problemas medioambientales. También esto provoca la pérdida de la biodiversidad agrícola, eliminación de depredadores y parasitoides de plagas, resistencia, dejando vulnerables a los cultivos frente a las plagas (San Román y Cárdenas 2016).

La producción agrícola representa una de las principales fuentes económicas del Ecuador. El cultivo de banano, junto con su proceso de producción y comercialización es uno de los principales impulsores económicos para los productores y exportadores de banano (Lara *et al* 2018).

La intensificación en la producción de banano genera una presión alta sobre las plagas, de mayor importancia en el cultivo, los mismo que se controlan mediante la aplicación de sustancias químicas, en la cual su uso indiscriminado causa daños en el medio ambiente y salud humana (Herrera y Miranda 2020).

La diversificación agrícola, es una característica fundamental que se debe incluir en los sistemas de producción agrícola, en la cual se deben cultivar plantas adicionales o implementar sistemas de cultivo adicionales junto con el cultivo principal. Dentro de la diversificación de cultivos existen varios sistemas de cultivo que se pueden establecer tales como: la interseembra, rotación de cultivos y policultivos (Virginio 2017).

En el Ecuador uno de los principales problemas es el establecimiento del cultivo de banano como monocultivo, sin tener otras alternativas para enfrentar algún problema fitosanitario, una sequía, una helada, que pueden perjudicar la producción total del cultivo (Virginio 2017).

El presente trabajo se ejecutó para adquirir y mejorar los conocimientos sobre la diversificación agrícola, su importancia en el manejo de plagas en el banano (*Musa paradisiaca* AAA) para una agricultura sustentable.

# CAPITULO I

## MARCO METODOLÓGICO

### 1.1. Definición del tema caso estudio

El presente documento refleja la importancia de la diversificación agrícola, su importancia en el manejo de plagas en el banano (*Musa paradisiaca* AAA) para una agricultura sustentable.

### 1.2. Planteamiento del problema

La agricultura tradicional basada en la siembra de monocultivos, en donde se establece una sola especie vegetal comercial. El monocultivo convierte a un ecosistema complejo diverso en un sistema simple, en donde la relación entre las plagas cambia drásticamente, favoreciendo la proliferación de las mismas en los cultivos establecidos.

El cultivo de banano es una especie perenne, establecida como un monocultivo, en la cual se presentan muchas plagas de importancia económica, mismas que su control es difícil de ejecutar de manera eficiente, debido a la intensificación del cultivo.

### 1.3. Justificación

La diversificación agrícola es una estrategia que permite mejorar la calidad y la productividad del cultivo, el suelo y los nutrientes que interaccionan en el mismo, contribuyen a la conservación y manejo adecuado de los ecosistemas, reducen la intensificación de los cultivos, disminuye la presencia de insectos plagas y enfermedades.

La diversificación en el cultivo de banano asegura un mejor uso de los recursos genéticos disponibles, los mismo que son importantes para aumentar la resiliencia frente a las plagas de importancia económica.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Compilar información sobre la diversificación agrícola, su importancia en el manejo de plagas en el banano (*Musa paradisiaca* AAA) para una agricultura sustentable.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Analizar la importancia de la diversificación agrícola.
- Describir los sistemas de diversificación agrícola para el manejo de plagas en el banano (*Musa paradisiaca* AAA).

## **1.5. Fundamentación teórica**

### **1.5.1. Diversificación agrícola**

La diversificación agrícola y el uso de técnicas de producción agropecuaria sostenible son vitales no solamente para aliviar la pobreza rural sino para la sobrevivencia de la base productiva del sector agropecuario de cualquier territorio. En países pequeños, un esfuerzo mal coordinado para producir nuevos productos terminará en altos costos para el transporte y el mercadeo. Pero, con la organización de los productores y la guía de información puntual sobre precios, costos y competitividad, las decisiones apropiadas sobre la producción pueden ser tomadas, y las economías de escala explotadas en el mercado de estos productos. Es muy importante desarrollar una ordenación exacta de la ventaja comparativa de cultivos alternos de frutas y verduras (Ángel y Ramos 1997).

El mismo autor nos indica que es importante señalar que la diversificación es un proceso que requiere muchos esfuerzos por parte de los productores y del sector público, especialmente para capacitación e información de mercados. Sin embargo, la diversificación agrícola es una necesidad y una oportunidad para lograr mayores ingresos para productores, y con efectos secundarios, como mayor protección del suelo, mayores



rendimientos y mayor demanda para mano de obra rural, efectos que contribuyen a la reducción de la pobreza.

La diversificación, entendida como una actividad que genera más de un 25% de beneficios con productos distintos a los tradicionales, está asociada a la productividad. Un estudio tradicional casi sobre la diversificación descubrió que las organizaciones se diversifican por dos razones. En primer lugar, para aumentar su cuota de mercado; y, en segundo lugar, para descubrir formas de ser flexibles (Agustín 2018).

La diversificación agrícola, puede describirse como la explotación simultánea o a corto plazo de tierras para plantas específicas. La diversificación agrícola como parte esencial de un sistema económico sostenible, que sigue una línea de crecimiento para la mejora social, económica y ambiental a través del desarrollo de técnicas de producción y control agrícola para la conservación y el uso racional de las fuentes de hierbas que podrían ser tradicionalmente explotadas (suelo, agua, entre otros) asegurando la admiración ambiental, la contribución a la seguridad de las comidas y la concordia social (Herrera 2016).

La diversificación de la producción agrícola más allá de los commodities, fortaleciendo los productos agrícolas andinos tradicionales y naturales, la horticultura, la manufactura de frutas no convencionales, los granos andinos, es vista como una excelente posibilidad agrícola (Rincón et al 2017).

La diversificación de cultivos es una gran alternativa para la producción de cultivos en el lugar determinado, considerando que cada uno de ellos debe ser cultivado de una manera más técnica, sin olvidar los conocimientos ancestrales (Rincón et al 2017).

Actualmente las diferentes parcelas con diversificación tienen cultivos asociados que además de producir alimentos para el círculo de familiares son de costo monetario incluyendo: cítricos, aguacates, cocos, canela, pimienta, entre otros. Los obstáculos de la vivienda también están destinados a ayudar a prevenir la erosión y a servir de alimento para los humanos y de forraje para los animales (INIA 2020).

La rotación de cultivos incluye la alternancia de plantaciones de diversos hogares y con necesidades alimentarias específicas en el mismo lugar a lo largo de distintos ciclos, lo que evita el agotamiento del suelo y evita que se perpetúen las enfermedades y las malas hierbas que afectan a un tipo de planta en un momento dado. De este modo, se garantiza la sostenibilidad del suelo mediante la promoción de cultivos que se intercambian 12 meses tras año para preservar la fertilidad del suelo. El concepto es ocupar la tierra con diferentes plantas que observan una tras otra a través de los años una buena manera de mantener la fertilidad del suelo. Para ello hay que combinar la arquitectura de las plantas y la diferenciación de las raíces con las necesidades nutricionales (Rojas 2016).

#### **1.5.1.1. Ventajas de la diversificación agrícola**

Se puede recibir un mayor rendimiento de un lugar determinado sembrado como policultivo que de una superficie igual sembrada con un solo cultivo. Este uso de la tierra es específicamente importante en aquellos elementos del campo donde las parcelas son pequeñas debido a situaciones socioeconómicas y donde la fabricación de varias vegetaciones en situación a la cantidad de tierra que puede ser limpiada, preparada y desherbada en un tiempo restringido (Rojas 2016).

La rentabilidad económica de los policultivos suele ser mejor que la de los monocultivos cultivados en regiones equivalentes, teniendo en cuenta que los gastos de gestión se asignan a las distintas especies cultivadas en el mismo sitio (Ruiz 2017).

La estabilidad de la producción es vital en aquellas estructuras agrícolas en las que la subsistencia es el objetivo principal, por lo que reducir el peligro de pérdida total de la cosecha es tan importante como aumentar la capacidad dietética y los beneficios financieros. Es importante utilizar una mayor proporción de la luz, el agua y los nutrientes disponibles. En términos ecológicos, la complementación minimiza el solapamiento de áreas de interés entre las especies asociadas, reduciendo así la oposición por los activos (Ruiz 2017).

### **1.5.1.2. Dificultades en la diversificación agrícola**

En la diversificación de la vegetación, el hecho de la cosecha es de pequeña cantidad para cada cultivo en lugar de plantar un solo cultivo este se cosecha en cantidad extra. Por ello, los monocultivos siguen siendo una tentación (Almodóvar y Diaz 2017).

Los cultivos se plantan en suelos demasiado pobres para expandirse y las familias de las comunidades se aburren (Almodóvar y Diaz 2017).

Los productores agrícolas tienen como prioridad aplicar la diversificación, pero sus proyectos son a corto plazo, por lo que ahora no tienen tiempo de ver si el sistema es adecuado y, debido a la pérdida de seguimiento, los hogares aún no se han convencido del sistema de diversificación (Almodóvar y Diaz 2017).

### **1.5.1.3. Expectativas en la diversificación agrícola**

El sistema de diversificación agrícola que se ha aplicado en muchas regiones productoras ha demostrado, un crecimiento durante varios años, en los que es evidente que todo lo que se siembra nace y que hay una riqueza de plantas diversas que se pueden tener durante todo el año. Estas son las ventajas que da una zona tropical y que hay que aprovechar al máximo (Vásquez *et al* 2020).

Hay parcelas con cultivos establecidos que llevan numerosos años produciendo, y que representan un sistema equilibrado para evitar la presencia de plagas, debido a su manejo diversificado (Helmuth 2017).

Existen más resistencia a las sequías que mientras los cultivos están solos y que ayudan a conservar el suelo protegido todo el tiempo (Landeros *et al* 2018).

La importancia de la diversificación en la complementación alimentaria, ha sido fundamental debido a que han surgido organizaciones que han demostrado su interés en aplicar este sistema en sus tierras para satisfacer las necesidades alimentarias (Landeros *et al* 2018).

### **1.5.2. Diversificación agrícola en los agroecosistemas**

En la producción de cultivos perennes, son pocos los predios donde se puede garantizar la seguridad alimentaria ya que es necesario un mínimo de diversificación de productos agropecuarios que aseguren la alimentación de la familia rural. En la mayoría de los predios donde se practica agricultura convencional, una de las aristas a mejorar es la gran necesidad de insumos externos, debido al uso de agroquímicos en momentos en que se presentan las plagas de fácil propagación. Los insumos externos también incluyen la compra de alimentos no cultivados en la finca (Calderón y Flórez 2015).

En los agroecosistemas en los que se ha funcionado con la idea del uso prolongado de áreas masivas de monocultivo, esto ha traído consigo el deterioro de la gama, la ampliación de la resistencia a las plagas y enfermedades, además del detrimento de la fertilidad del suelo. En consecuencia, estos agroecosistemas podrían verse aún más afectados por las modificaciones de los patrones climáticos internacionales. Este último es uno de los problemas medioambientales más graves que atraviesa la humanidad en la actualidad (Collante *et al* 2019).

El mismo autor menciona que existe una relación inmediata entre la diversificación de los sistemas agrícolas, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad. Las estructuras productivas diversificadas son a prueba de las consecuencias del cambio climático y estables en términos de productividad, además de ser productoras de servicios del entorno. Entre los principales están la polinización, la gestión de plagas y enfermedades, el control de malezas y enfermedades, las comidas, además de la ley para mitigar los resultados del clima excesivo y variable. Una mayor diversificación de la producción agrícola puede estar asociada a una mayor seguridad.

Es posible que tener una mayor variedad de alimentos para el consumo doméstico pueda incluso provocar una mayor variedad nutricional. Esto dependerá en gran medida de la comprensión y el tiempo de orientación de las comidas, además de los supuestos de la posición de género que influyen en la

toma de decisiones del hogar sobre el uso y la disposición de los alimentos (Heredia 2020).

Los sistemas más diferentes hacen que sea menos complicado satisfacer las necesidades alimentarias y nutricionales de la población. También hacen un uso eficiente de los recursos naturales y estabilizan las estructuras de fabricación, convirtiéndolas en sistemas de fabricación sostenibles. Las ventajas que aportan estos sistemas constituyen una herramienta esencial que contribuye a una fantástica reacción ante la crisis agroalimentaria y agroclimática contemporánea. Entre las principales ventajas se encuentran el crecimiento y el equilibrio del rendimiento de los cultivos y la potente manipulación de las plagas y enfermedades que los atacan. Esto permite reducir el uso de insumos agrícolas, lo que favorece el sistema financiero de los agricultores (Fierro 2016).

Las ventajas medioambientales de la capacidad se traducirían en una mayor resiliencia y estabilidad frente a la alternancia climática. Por otro lado, la forma de los alimentos en el ámbito doméstico permite una disponibilidad extra para cocinar y para que los hogares satisfagan las necesidades dietéticas necesarias para un crecimiento más eficiente y un mayor rendimiento en su día a día (Betancourt *et al* 2021).

La agroecología nos ofrece indicaciones para cultivar agroecosistemas diversos que aprovechen la mezcla de biodiversidad vegetal y animal. La integración exitosa de plantas y animales puede reforzar las interacciones fantásticas y optimizar las características y procedimientos del agroecosistema, que incluyen la regulación de organismos peligrosos, el reciclaje de nutrientes, la producción de biomasa y la formación de residuos orgánicos. De este modo, los agroecosistemas se vuelven más resistentes. Para los agricultores, es importante conocer y orientar las técnicas que refuerzan el funcionamiento de los agroecosistemas, entre ellas están la siguientes, según Rivera *et al* (2019):

- Manipulación natural de plagas
- Reducción de la toxicidad al evitar el uso de agroquímicos

- Descomposición optimizada del número de cuentas orgánicas y reciclaje de nutrientes
- Equilibrio de las estructuras de regulación junto con el ciclo de los nutrientes, el equilibrio del agua, la energía que fluye y las poblaciones de plantas y animales;
- Conservación y regeneración avanzadas de los activos del suelo y del agua, así como de la biodiversidad, y productividad elevada, sostenible y a largo plazo.
- Productividad ampliada y sostenible a largo plazo.

En la actualidad existe una gran cantidad de prácticas y tecnologías para mejorar el funcionamiento de los agroecosistemas. Cuando los agroecosistemas se desarrollan para adaptarse a las condiciones medioambientales y socioeconómicas existentes, el resultado es una mayor sostenibilidad ecológica. Al adoptar prácticas de control ecológico, el agricultor puede aumentar la estabilidad y la resistencia del agroecosistema. Estas prácticas deben contribuir, según Burgos *et al* (2016):

- El crecimiento de las especies vegetales y la variedad genética a lo largo de los años y de la zona
- Aumentar la biodiversidad útil (por ejemplo, los enemigos naturales)
- Mejorar el recuerdo natural del suelo y su interés biológico
- Aumentar la capacidad competitiva de la capa superior del suelo y la vegetación; y
- Eliminación de insumos y residuos tóxicos.

Sin embargo, la falta de diversificación de la producción dentro de las fincas productoras de banano, la escasa superficie en las fincas destinadas para el autoconsumo del productor, el bajo rendimiento generalizado dentro de las fincas, la dependencia de un solo canal para la comercialización, los numerosos intervalos para la aplicación de agrotóxicos, la ausencia de prácticas agrícolas sustentables dentro de la finca y la reducida cantidad de materia orgánica incorporada en el suelo de las fincas son una limitante considerable para que la producción de banano en la localidad de Babahoyo

sea sustentable por tal motivo es necesario proponer un plan de acción que potencialice la sustentabilidad (Caicedo *et al* 2019).

### **1.5.3. Sistemas de diversificación agrícola para el control de plagas en el banano.**

Las fincas de banano, y en particular las pequeñas y medianas explotaciones que sólo producen bananos a pequeña escala, pueden verse muy afectados si la producción disminuye debido a elementos climáticos o al impacto de plagas o enfermedades junto con la sigatoka negra, por lo que es importante que dispongan de diferentes formas de crear un ingreso (Simón y Pérez 2021).

La diversificación en el cultivo de banano es beneficioso para la diversidad del entorno y también puede servir como suministro de alimentos, teniendo en cuenta que la alternancia o asociación con otros cultivos como: plátanos, yuca, papaya, aguacates, guayaba, limones, naranjas, plantas de ciclo anual, aseguran otras fuentes de beneficios y permite el control de plagas. Además, se pueden plantar árboles maderables de excesivo costo económico y su madera puede ser utilizada para la producción en la finca o para la venta (Simón y Pérez 2021).

La variabilidad climática tiene consecuencias directas y oblicuas en la productividad, la calidad y la competitividad del sector agroalimentario y agroindustrial, especialmente debido a los ajustes en los estilos de temperatura y precipitación (Rello y Saavedra 2018).

Las variaciones climáticas han modificado, además, el comportamiento y la distribución geográfica de las plagas, y de otros organismos que causan desórdenes y pérdidas en las cosechas (Álvarez *et al* 2018).

Las plantaciones de banano diversificadas contribuyen favorablemente a la conservación de la biodiversidad y favorecen la distribución de insectos benéficos asociados al cultivo del banano (Álvarez *et al* 2018).

Las musáceas (*Musa* spp.), tanto el plátano como la banana, son una vegetación tropical de importancia económica en toda Centroamérica, el Caribe

y Sudamérica. Se produce en zonas con poco desarrollo industrial, y se publicita de forma espumosa, como fruta, llamada banana, y como producto procesado, denominado plátano. Varios factores bióticos y abióticos determinan el crecimiento y la mejora de esta vegetación, como el suelo, el clima, la topografía y la altitud de las plantaciones; La gran variedad de organismos plaga, incluyendo ácaros, chinches, nematodos y microorganismos fitopatógenos que los perjudican drásticamente, es el objetivo principal de esta investigación, que es vender el control agroecológico de las plagas primarias a través de nuevos y poco considerados métodos de combate, junto con técnicas distintas para el uso de medios biológicos entomófagos y entomopatógenos, entre los máximos imprescindibles como contribución a la protección alimentaria y la soberanía de los seres humanos dentro de la cara de tales adversidades y catástrofes fitosanitarias(Álvarez *et al* 2018).

#### **1.5.3.1. Manejo de plagas en sistemas de producción de banano diversificado.**

Entre las plagas de insectos, el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) y el picudo rayado (*Metamasius hemipterus serius*) Coleoptera: Curculionidae, se consideran las peores y principales plagas de insectos, siendo el picudo negro la plaga más común y dañina de las plantaciones de banano en el mundo. El insecto requiere material natural en descomposición y humedad deseable para su duplicación. Por esta razón, todos los residuos de pseudotallos que permanecen sin picar son un refugio seguro para la plaga y una fuente de infestación permanente. Desde el gran uso de las plantas del estilo de vida de los tejidos, las infestaciones han disminuido drásticamente. Las recomendaciones para la manipulación de estas plagas consisten en el uso de medidas de manipulación culturales, químicas y biológicas. Entre las principales medidas de control se encuentran, según Ávila (2018):

- Picar los residuos de pseudotallos en trozos pequeños.
- En el caso de la plantación de rizomas, las semillas deben ser descascarilladas para eliminar las larvas del gorgojo y manipuladas con el insecticida biológico (*Beauveria bassiana*).
- Evitar sacar más semillas de las que se van a plantar en el día.



- Monitoreo con diferentes tipos de trampas (tocón y pseudotallo) para estimar las poblaciones adultas (10 trampas/ha). Estas trampas se empapan con una suspensión concentrada de *Beauveria bassiana* (109 conidios/ml).
- Utilización de plantas sanas vitro.
- Selección de rizomas procedentes de viveros sin soltar.
- Recorte y desinfección de los cormos o rizomas.
- Limpieza de los residuos vegetales alrededor de los plantones y en el interior de la disciplina.
- Tratamientos con *Beauveria bassiana* (109 conidios/ml), mientras que hay una media de 1 a 1,5 chinches/planta tras setenta y dos horas de colocación de las trampas de pseudotallos.
- Manejo biológico con *Metarhizium anisopliae* o *Beauveria bassiana* a razón de 500 ml/planta de suspensiones de 108 esporas/ml. Se ha obtenido una buena eficacia durante 5 meses con remedios con un fuerte componente de ambos medios orgánicos a tres,8 x 10<sup>8</sup> esporas/g a una carga de 20g/planta. Las aplicaciones se realizan a partir de los 6 - 8 meses de edad de las plantaciones recientes, el uso de formulaciones de la tradición de la superficie sólida inmediatamente alrededor de la planta de semillero o mediante el aplazamiento de las esporas en el agua de riego y su dispensación con micro-aspersores.
- Establecer depósitos en sitios húmedos de *Pheidole megacephala* y *Tetramonium guineense*. *P. Megacephala* (hormiga león) se utiliza para disminuir la población de larvas de picudo negro. Para ello, durante la temporada de lluvias, las hormigas atrapadas se sitúan en depósitos, que consisten en pseudotallos de piña o plátano de ratón o en manojos de hojas de la misma planta. Al cabo de 5 a 7 días, una parte de la colonia habrá mudado y podrá ser trasladada al campo en un saco liso, bien a primera hora de la mañana o en el interior de la noche, tras el riego o la lluvia. Las trampas se colocan junto a las plántulas, a una densidad de 20/ha, 4 meses después de la plantación. La eficacia es del 60-70%. Otra hormiga es T. Guineense, comenzando la formación del embalse sintético mediante la colocación de trampas de pseudotallos de

50 cm de longitud y formar las paletas de 10-15m de longitud con la ayuda de 0.40 -0.50 m de altura. El lugar debe ser húmedo y sombreado. Un embalse sintético podría hacerse cada 40 ha de plátano.

- Deshojar y eliminar las vainas viejas de las hojas para acabar con ellas mediante desecación.
- Manipulación biológica con los depredadores *Cryptolaemus montrouzieri* (Coleoptera: Coccinellidae) y *Chrysopa outside* (Neuroptera Chrysopidae) o con el parasitoide de huevos *Anagyrus pseudococci* (Hymenoptera: Encyrtidae) y con pesticidas microbiológicos basados en los hongos entomopatógenos *B. bassiana* y *Lecanicillium lecanii*.

Las principales especies de nematodos que son plagas de la afición en las musáceas son los llamados lesionadores de las raíces: *Radopholus similis*; *Pratylenchus coffeae*; *Helicotylenchus multincinctus* y *Rotylenchulus reniformis*. Los nematodos de las agallas del género *Meloidogyne*, incluidos *M. incognita* y *M. arenaria*, también provocan daños en la vegetación, aunque en menor medida, y causan daños extremos en los viveros de plantas in vitro debido al uso de sustratos infectados. La gestión de los nematodos se realiza especialmente a través de un conjunto de medidas culturales y sanitarias, que incluyen las siguientes, según Annales Nematoda (2016):

- Muestreo de poblaciones y selección de suelos libres.
- Práctica del suelo: En suelos con altas poblaciones de nematodos, se debe realizar una larga preparación del suelo con inversión de prismas para disminuir la población de nematodos por desecación.
- Rotaciones con vegetación que disminuyan las poblaciones de *R. similis* con acelga, ajo, col, lechuga, malanga, nabo, boniato, rábano y yuca; *P. Coffeae* con acelga, ajo, col china, lechuga, ñame y rábano; y *Meloidogyne* spp. con ajo, col, coliflor, cacahuetes, arroz, frijol terciopelo y mijo.
- Cuando se utilizan rizomas como material de propagación, la semilla debe ser descascarillada para eliminar todas las zonas rotas y tratada con calor mediante inmersión.

- Los máximos avances cruciales en el control de los nematodos y otras plagas del suelo transmitidas por rizomas han sido la introducción de la siembra con plántulas cultivadas en tejidos en suelos libres o con bajas poblaciones de nematodos.
- Plantación de clones resistentes junto con FHIA 18, 01, 02, SH 3436L-9.
- Introducción de biocontroles microbianos, incluyendo *B. thuringiensis* var. Kurstaki, (Bt).
- Utilización de micorrizas con triple finalidad: hacer frente a la invasión, la penetración y el daño de los nematodos con la ayuda del dispositivo hifal que impide su acceso a las raíces y estrangula a los nematodos al succionar el material proteico citoplasmático como suministro de alimentos; las flores micorrizas conforman un sistema de fitorremediación de los suelos infectados por estas plagas, constituyendo una forma de reducir sus poblaciones y restablecer la fitosanidad del suelo y las micorrizas inducen la aparición de elicitores que intervienen dentro de los mecanismos de autodefensa de la vida vegetal.

Entre los fitopatógenos bacterianos que perjudican a las plantas de banano y plátano, destacan los siguientes: Pudrición de los rizomas y pseudotallos causada por *Erwinia chrysanthemi*. Esta enfermedad provoca una rápida disminución de los rendimientos y el otoño de la vegetación. Su gravedad puede ser muy elevada en los plátanos (AAB). La bacteria se transmite eficazmente por medio de semillas infectadas, equipos de trabajo en algún momento de la eliminación de las malas hierbas y de las hojas, y el suelo infectado, y puede permanecer latente dentro del rizoma. El desarrollo de estructuras de diagnóstico táctiles y el uso sustancial de la vitroflora dentro del orden establecido de las plantaciones han permitido reducir notablemente la prevalencia de la enfermedad (Bello 2018).

Como medidas culturales, son obligatorias la selección de semillas de regiones en las que el trastorno no se regala y la desinfección de los equipos de trabajo en algún momento de la poda y el deshoje. Según Bennett y Arneson (2018) se deben tomar las siguientes recomendaciones generales para el control de la bacteriosis:

- No mover las semillas de las zonas afectadas.
- Utilizar las mejores semillas autorizadas de plátano y banano.
- Retire la planta enferma del cormo y replántela en pequeñas porciones dentro del mismo sitio de fabricación en línea.
- Aplique cal viva a los tejidos reducidos y expuestos para impulsar el método de secado.
- Aislar el sitio tratado; demarcando aproximadamente 5 m de perímetro medido desde la planta tratada, como medida preventiva para preservar las flores vecinas bajo declaración.
- Utilizar amonio cuaternario (3%) o hipoclorito de sodio como desinfectante.
- Realizar el 'desflorado' y la eliminación extrema de las medias que presenten podredumbre, las medias eliminadas se ubican dentro de las interfilas del cultivo para aplicar la cal.
- Desinfectar previamente los guantes del operario que realiza las pinturas de desfloración.
- Recoger los frutos y tallos afectados de podredumbre que lleguen a la barcacilla, seguir la cal y luego enterrarlos en un lugar designado del cultivo.
- Utilizar semilla tradicional "sana"; o semilla producida por medio de la tradición *in vitro* (vida vegetal *in vitro*).
- No transfiera ni utilice semillas procedentes de zonas que tengan la enfermedad.
- Manejo adecuado de los programas de fertilización, específicamente con referencia al potasio y al boro.
- Eliminación inmediata de toda la vida vegetal recién cosechada mediante el método de "destronificación".
- Es vital desinfectar las herramientas planta por planta, considerando que esta dolencia es vascular y no se debe permitir que se propague en la plantación.

Entre los fitopatógenos fúngicos, el daño resultante de la sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* sigue siendo el máximo crítico. La sigatoka negra por

*M. fijiensis* se considera la dolencia más crucial de las plantas de plátano. El trastorno ofrece esporas sexuales (ascosporas) y conidios asexuales. La formación de ascosporas y conidios es preferida por el uso de un clima húmedo y mojado y se distribuye sin esfuerzo por medio del viento (Geering y Thomas 2016).

La sigatoka negra necesita ser controlada siguiendo un plan estratégico para el control integrado de la Sigatoka negra (*M. fijiensis*), que incluye el statu quo de un dispositivo de alerta basado en su epifitología, prácticas culturales y un adecuado control de la lucha química para evitar la falta de sensibilidad del hongo a los fungicidas (Hunt *et al* 2017).

Actualmente existe una inclinación por reducir el uso de fungicidas, por lo que es crucial investigar nuevas técnicas para el crecimiento de la productividad del plátano y la banana desde un ángulo económico, social y ambiental. El manejo integrado de la Sigatoka negra implica el uso de varias técnicas de control apoyadas en el conocimiento del cultivar/forma de banano o plátano (susceptibilidad a la dolencia, fenología, interacción con el patógeno, órganos afectados y edad de las plantas); del patógeno/enfermedad (especie de hongo, tipo de duplicado, forma genética, diseminación, suministro de inóculo, supervivencia, duración de la incubación y ciclo de desorden) y del clima específicamente cantidad y distribución de la lluvia, temperatura, rocío, radiación solar, nubosidad y humedad relativa (Maridueña 2017).

Las prácticas de cultivo están orientadas a reducir las condiciones favorables para el desarrollo del patógeno, induciendo la energía de la planta, estableciendo limitaciones físicas y desechando los recursos de inóculo en la plantación. Las técnicas de gestión deben centrarse en la reducción del peligro de prevalencia de la enfermedad, el uso de sustancias de variedades resistentes y la evitación de la humedad excesiva tanto en el suelo como en el entorno de desarrollo, para lo cual deben llevarse a cabo las siguientes medidas, según Altieri *et al* (2021):

- Construcción de zanjas de drenaje para evacuar el agua extra en el cultivo.

- Establecer tipos resistentes de plátano o banano.
- Adelantar un adecuado control y manejo de las malezas.
- Eliminar y romper la tela vegetal infectada para disminuir la presencia del inóculo.
- Manejo cultural, orientado a reducir los recursos de inóculo del patógeno y mejorar la situación de la planta de plátano para limitar el impacto de la Sigatoka negra, utilizando telas de siembra autorizadas o convencionales de plantaciones sanas y llenas de vida.
- Sembrar cultivos asociados junto con el maíz con capacidad fitorremediadora de los contaminantes del suelo debidos a fitopatógenos fúngicos, incluyendo *Fusarium* y *Phytophthora*, así como nematodos. Estos experimentos se están llevando a cabo con éxito, en particular con maíz micorrizado con simbioses MVA del género *Glomus*.
- El control de las malas hierbas es igualmente una táctica fitosanitaria vital, en particular combinando el acolchado del suelo con las estancias de las cosechas de plátano y banano, colocando las hojas invertidas en el envés para que las conidiosporas se descarguen en los intersticios previamente rociados con biopreparados basados totalmente en el hongo adversario *Trichoderma harzianum*.
- Raleo, despunte, despallado y embolsado del racimo. La lucha contra la Sigatoka negra es básicamente hacia el inóculo del patógeno. Para conseguir un control adecuado de la enfermedad, es esencial desechar todo el inóculo que se pueda tener y generalizar la manipulación a lo largo de un área o territorio de la manera más tremenda posible. Dado que *M. fijiensis* es un patógeno específico del género *Musa*, los recursos de inóculo son básicamente la flora de plátanos inclinados que no están completamente cubiertos. Los máximos recursos comunes de inóculo están constituidos por: Pequeñas parcelas desprotegidas con clones inclinados, plantaciones abandonadas y rebrotes de clones susceptibles y puntos calientes

Están ampliamente distribuidos en las plantaciones de banano de todo el sector, a pesar de que en las preferidas con una baja prevalencia. Durante

mucho tiempo se destacaron como virus no casados. El mosaico (CMV) se transmite a través de los áfidos de las musáceas enfermas o de las plantaciones de cucurbitáceas y de otras plantas hospedadoras cercanas y de las malas hierbas, además de a través del material de plantación consistente en vitroplantas inflamadas, ya que el virus se transmite con éxito por vía tisular. Aunque la flora enferma suele superar los signos, los pulgones siguen transmitiendo constantemente la enfermedad (Bernard 2021).

El BSV tiene la característica de que se incorpora al genoma de la planta, de modo que cuando se dan condiciones de estrés (bajas temperaturas, vida tisular, etc.) las plantas presentan la partícula viral y la expresión de los signos y síntomas y pueden producir racimos pequeños, siendo esto más excesivo en los clones que tienen como madre y padre al plátano AAB o AAAB, como ocurre con el FHIA 21, según Escajadillo (2019):

- Establecer un programa de indexación de plantas sanas antes de la multiplicación *in vitro*. Utilizar tejido de plantación agámico sano.
- Eliminación sistemática con extracción y destrucción de los rizomas de las plantas que presenten síntomas de la enfermedad.
- Desinfección de las unidades utilizadas en la manipulación de las semillas con una solución de formol al 2%.
- Control de las malas hierbas hospedadoras del virus.

## **1.6. Idea de investigación**

La diversificación de cultivos dentro de las parcelas de banano de exportación, reduce la presencia de plagas que provocan daños y reducción en la producción de cosechas, esto gracias a que se dentro del agroecosistema se forma un equilibrio natural entre flora y microfauna, lo cual reduce la probabilidad de que existan pérdidas económicas para el agricultor.

## **1.7. Metodología de la investigación**

Para la elaboración del presente documento se recopiló información actualizada extraída de libros, páginas web, tesis de grado, bibliotecas virtuales

y artículos de revistas de alto impacto, que contribuirán al desarrollo de la investigación planteada.

La información obtenida fue parafraseada, resumida y analizada a fin de obtener información relevante sobre la diversificación agrícola, su importancia en el manejo de plagas en el banano para una agricultura sustentable.



## **CAPITULO II**

### **RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

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

La presente recolección de información refiere a la diversificación agrícola, su importancia en el manejo de plagas en el banano (*Musa paradisiaca* AAA) para una agricultura sustentable.

#### **2.2. Situaciones detectadas (hallazgo)**

Entre las situaciones detectadas se presentan:

La diversificación de cultivos es una gran alternativa para la producción de cultivos en el lugar determinado, considerando que cada uno de ellos debe ser cultivado de una manera más técnica, sin olvidar los conocimientos ancestrales.

Las fincas de banano, y en particular las pequeñas y medianas explotaciones que sólo producen bananos a pequeña escala, pueden verse muy afectados si la producción disminuye debido a elementos climáticos o al impacto de plagas o enfermedades junto con la sigatoka negra, por lo que es importante que dispongan de diferentes formas de crear un ingreso.

La rentabilidad económica de los policultivos suele ser mejor que la de los monocultivos cultivados en regiones equivalentes, teniendo en cuenta que los gastos de gestión se asignan a las distintas especies cultivadas en el mismo sitio.

#### **2.3. Soluciones planteadas**

Las soluciones planteadas serán:

Es importante establecer la diversificación en el cultivo de banano, permitiendo una rotación de cultivos en la cual se incluye la alternancia de

plantaciones, lo que evita el agotamiento del suelo, presencia y manejo de plagas, malezas, que afectan al cultivo de banano específicamente en un momento determinado. De este modo, se garantiza la sustentabilidad del suelo mediante la promoción de cultivos que se intercambian en diferentes etapas preservando la fertilidad del suelo y controlando la presencia de plagas.

#### **2.4. Conclusiones**

Entre las conclusiones se detallan:

Mediante la diversificación de cultivos se puede lograr un mayor rendimiento de un lugar determinado sembrado policultivos que de una superficie igual sembrada con un solo cultivo.

La diversificación en el cultivo de banano es primordial para la diversidad del entorno y también puede servir como suministro de alimentos, teniendo en cuenta que la alternancia o asociación con otros cultivos como: plátanos-arboles, plátanos-frutales, plátanos-arboles-frutales, o cualquier otro tipo de estrategia potenciará el control natural de plagas y disminuirá el riesgo económico en el sistema de producción.

Las plantaciones de banano diversificadas contribuyen favorablemente a la conservación de la biodiversidad y favorecen la distribución de insectos benéficos asociados al cultivo del banano.

La diversificación en el cultivo de banano permite controlar las principales plagas como el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*), el picudo rayado (*Metamasius hemipterus serius*), sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), *Radopholus similis*; *Pratylenchus coffeae*; *Helicotylenchus multicinctus* y *Rotylenchulus reniformis* y *Erwinia chrysanthemi*.

#### **2.5. Recomendaciones**

Las recomendaciones expuestas son:

Establecer el sistema de diversificación de cultivos en fincas bananeras para generar un equilibrio ecológico entre la microflora y microfauna existente en el ecosistema.

Diversificar los sistemas de producción de banano (*Musa paradisiaca* AAA), con el propósito de que el productor bananero no dependa únicamente de esta actividad.

## BIBLIOGRAFÍA

- Almodóvar, W. Díaz, M. 2017. Identificación y Manejo de Sigatoka Negra y Otras Enfermedades de Plátano y Guineo. Servicio de Extensión Agrícola. Puerto Rico. 27 p.
- Agustín, J. 2018. Diversificación de Cultivos y Agricultura Orgánica: Dos Alternativas Para el Desarrollo de la Agricultura Michoacana. Revista Agroecología 6(2): 1-12.
- Álvarez, E., Ceballos, G., Gañán, L., Rodríguez, D., González, S., Pantoja, A. 2018. Producción de material de 'siembra' limpio en el manejo de las enfermedades limitantes del plátano. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 20 p.
- Ángel, A., Ramos, H. 1997. Competitividad de alternativas para la diversificación agrícola: frutas y hortalizas. Proyecto crecer Crecimiento Económico Equitativo Rural. Agencia Internacional para el Desarrollo (USAID). El Salvador. 28 p.
- Annales Nematoda. 2016. Crop Protection Nematoda. Taxonomic and Clasification. Annales Science Nature 98(4): 978-959.
- Ávila, C. 2018. Evaluación de la Nematofauna del género Meloidogyne en suelos de la Estación Experimental Mútila. Tesis Ing. Agr. Esmeraldas, Ecuador. UTLVT. 81p.
- Altieri, M., Ponti, L., Nicholls, N. 2021. El manejo de las plagas a través de la diversificación de las plantas. Agrodiversa 5(3): 56-68.
- Bernard, K. 2021. Proyectos de diversificación agrícola. FAO. 34 p.
- Bello, M. 2018. Aspectos generales del hongo *Fusarium* y resistencia genética a pudrición de raíz por *Fusarium* en Frijol. USDA-ARS Vegetables and Forage Crop Prosser 24(6): 14-25.
- Bennett, R. Arneson, P. 2018. Black Sigatoka. The Plant Health Instructor 14(2): 1-16.

- Burgo, O., Juca, F., Estrada, J. 2016. Aproximación a un modelo de gestión de la producción agrícola con enfoque agroecológico para el desempeño de pequeñas y medianas empresas (PYMEs) bananeras. *Revista EUMED* 6(2): 1-14.
- Betancourt, I., Valdez, M., Monroy, O. 2021. Diversificación agrícola para el enfrentamiento al cambio climático en el Municipio de Consolación del Sur. *Avances* 23(2): 1-15.
- Caicedo, O., Espinosa, C. B., Piedrahíta, D. C., & Bajaña, E. L. 2021. Sustainability indicators for banana's farm evaluation in agricultural areas of Babahoyo, Ecuador. *La Técnica*, (25), 33-43
- Collante, M., Correa, H., Lazcano, M. 2019. Alternativa de diversificación del cultivo de banano (*Musa AAA*, L) Por Mango (*Mangifera indica*, Linn) En La Zona Bananera Del Magdalena. Tesis Ing. Agr. Colombia. UM. 125 p.
- Escajadillo, A. 2019. Diversificación productiva agrícola y acceso al mercado: un análisis para los distritos de Cajamarca - Perú 2015- 2017. Tesis Ing. Agr. Perú. UNPRU. 92 p.
- Fierro, F. 2016. El plátano, una alternativa de diversificación de cultivos y generación de nuevos ingresos en pro del aporte a la seguridad te a la seguridad alimentaria del municipio de Planadas Tolima. Tesis Ing. Agr. Yopal, Chile. ULS. 51 p.
- Calderón, P; Flórez, G. 2015. Valoración y análisis de indicadores de sostenibilidad en seis unidades de producción agropecuaria de la cuenca media del río Chinchiná. *Luna Azul* (41):73-88.
- Geering, A., Thomas, J. 2016. Virus del rayado del Banano. *Association of Applied Biologists* 5(2): 1-12.
- Hunt, D., Luc, M., Manzanilla, R. 2017. Identification, Morphology and Biology of Plant Parasitic Nematodes, *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*. CABI Publishing, Inglaterra, pp. 11-52

- Helmuth, R. 2017. Manejo integrado de plagas en cultivos tropicales. ABYA-YALA, Ecuador. 117 p.
- Heredia, A. 2020. La diversificación de productos agrícolas como alternativa para el mejoramiento de los ingresos económicos de los agricultores del cantón 24 de mayo”. Tesis Ing. Agr. Jipijapa, Ecuador. UNESUM. 102 p.
- Herrera, K. 2016. Ajuste de tecnología en el manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de banano orito (*Musa sp.*) en el cantón la Maná, provincia de Cotopaxi. Tesis Ing. Agr. Quevedo, Ecuador. UTEQ. 130.
- Herrera, J., Miranda, X. 2020. Diversificación de la producción agropecuaria en Nicaragua. Tesis Ing. Agr. Nicaragua. UNA. 73 p.
- INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias). 2020. Alternativas para la modernización y diversificación agrícola. INIA, Chile. 45 p.
- Lara, S., Vera, D., Cabanilla, M., González, B. 2018. Desarrollo comunitario: Producción de Musácea en dos zonas de la costa ecuatoriana. *Revista de Ciencias Sociales* 27(3): 340-354.
- Landeros, C., Moreno, J., Escamilla, E., Ruiz, R. 2018. Diversificación de cultivos. *Revista Ciencia y Tecnología* 12(5): 1-15.
- Maridueña, H. 2017. La diversificación agrícola del Cibao. OTOA. 24 p.
- Rincón, N., Segovia, E., Aguilera, G., López, A., Zavarce, E. Leal, M. 2017. Los Pequeños Productores y su Participación en el Proceso de Comercialización Agrícola. *Revista Facultad Agronómica* 21(5): 171-184.
- Rojas, C. 2016. Manejo Integrado de plagas y enfermedades en Banano orgánico y convencional. Guía Técnica. Piura, Perú. 16 p.
- Ruiz, P. 2017. Manejo del Banano Orgánico. Tesis Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador. ESPOL. 79 p.
- Rivera, M., Estrada, J., Quiñonez, R., Moreno, R. 2019. Diversificación integral de cultivos para el desarrollo agrícola y económico. *Mikarimin Revista Científica Multidisciplinaria* 9(2): 242-258.

- Rello, F., Saavedra. 2018. Diversificación productiva y transformación estructural en México: estudios de caso de tres regiones. *Investigación económica* 72(284): 228-235.
- San Román, L., Cárdenas, J. 2016. Buenas prácticas para el desarrollo de agricultura sostenible y afrontar el cambio climático. CATIE, Costa Rica. 102 p.
- Simón, F. Pérez, L. 2021. Tácticas estratégicas para el manejo integrado de plagas y enfermedades en banano. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research* 4(4): 4973-5000.
- Vásquez, E., Retes, R., Hernández, A. 2020. Diversificación agrícola, sostenibilidad y seguridad alimentaria y nutricional en el occidente de Honduras. *INNOVARE Revista de Ciencia y Tecnología* 9(3): 1-3.
- Virginio, E. 2017. La diversificación de los sistemas de Producción agrícola y el desarrollo rural. Tesis MSc. CATIE. 159 p.
- Zamorano. L. 2018. Manejo integrado de plagas en banano y plátano con énfasis en *Sigatoka negra*. Tesis Ing. Agr. Zamorano. 81p