



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



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

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

**INGENIERA AGRÓNOMO**

**TEMA:**

“Estudio de la frecuencia de aplicación de abono foliar mediante el uso  
de avioneta en plantaciones de banano (*Musa AAA*) en Ecuador”.

**AUTORA:**

Marymar Marcela Avilés Vega

**TUTOR:**

Ing. Carlos Castro Arteaga, MSc.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2022

## RESUMEN

El presente documento trata sobre el estudio de la frecuencia de aplicación de abono foliar mediante el uso de avioneta en plantaciones de banano (*Musa AAA*) en Ecuador, donde se determinó que los agricultores bananeros se concentran principalmente en las provincias de El Oro, Guayas y Los Ríos, sin embargo, provincia de El Oro alberga a la mayoría de los pequeños productores de banano del país, seguido de las provincias de Guayas y Los Ríos; la aplicación de fertilizantes vía foliar promueve excelente respuesta de la planta de banano a su aplicación, lo que conjuntamente con el fertilizante químico podría permitir la reducción de dosis de estos fertilizantes; para banano se utilizan los nutrimentos, como el Zinc, aplicado vía foliar, en la forma de quelato de Zinc; el uso de fertilizantes es una práctica frecuente en plantaciones bananeras, con aplicaciones por avionetas; los equipos de aplicación de productos fitosanitarios aéreos en banano son avioneta, helicóptero y Drones; las avionetas pueden realizar la fumigación en 25 minutos 80 hectáreas y a pesar de estar a varios metros de altura, no logran tener buena precisión y no rocían todas las zonas. A esto se deben sumar costos como pagos a pilotos, los costos de mantenimiento y combustible que se realizan con frecuencias en cada nave y desde muchos años atrás, para la fumigación vía aérea es normal la utilización de avionetas, con frecuencia de aplicación de aproximadamente 26 semanas o intervalos cada dos semanas durante el año con el uso de fertilizantes foliares.

Palabras claves: banano, fumigación, avionetas, foliares.

## **SUMMARY**

This document deals with the study of the frequency of application of foliar fertilizer through the use of a plane in banana plantations (Musa AAA) in Ecuador, where it was determined that banana farmers are concentrated mainly in the provinces of El Oro, Guayas and Los Ríos, however, El Oro province is home to the majority of the small banana producers in the country, followed by the provinces of Guayas and Los Ríos; the application of fertilizers via foliar promotes an excellent response of the banana plant to its application, which together with the chemical fertilizer could allow the dose reduction of these fertilizers; for banana, nutrients are used, such as Zinc, applied via foliar, in the form of Zinc chelate; the use of fertilizers is a frequent practice in banana plantations, with applications by planes; aerial phytosanitary product application equipment in bananas is light aircraft, helicopter and drones; The planes can fumigate 80 hectares in 25 minutes and despite being several meters high, they cannot have good precision and do not spray all areas. To this must be added costs such as payments to pilots, maintenance and fuel costs that are carried out frequently in each ship and for many years, for spraying by air, the use of light aircraft is normal, with an application frequency of approximately 26 weeks or intervals every two weeks during the year with the use of foliar fertilizers.

Keywords: banana, fumigation, light aircraft, foliar.

## CONTENIDO

RESUMEN.....	II
SUMMARY .....	III
1. CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4. OBJETIVOS .....	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos .....	3
1.5. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN .....	4
2. DESARROLLO .....	5
2.1. MARCO CONCEPTUAL.....	5
2.1.1. El banano en el Ecuador .....	5
2.1.2. Fertilización foliar en banano .....	6
2.1.3. Tipos de fumigación .....	10
2.1.4. Uso de avionetas y beneficios .....	12
La fumigación en plantaciones de banano a través de drones y avioneta es un método eficaz para el manejo de la plantación bananera, el cual aumentó el número de hojas libres de estrías a los 70 días, aplicando pesticidas (Tomalá 2022:6). .....	12
2.1.5. Fumigación con avioneta.....	13
2.2. MARCO METODOLÓGICO .....	16
2.3. RESULTADOS.....	16
2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	17
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	19
3.1. CONCLUSIONES.....	19
3.2. RECOMENDACIONES.....	20
4. REFERENCIAS Y ANEXOS .....	21
4.1. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	21

# 1. CONTEXTUALIZACIÓN

## 1.1. INTRODUCCIÓN

El banano forma parte de los tres productos con mayor volumen de exportación, los tributos generados han registrado saldos positivos en la balanza comercial, más del 30 % de la oferta mundial del banano proviene de Ecuador, país destacado como el principal exportador en el mundo desde el comienzo de los intercambios comerciales. A pesar de haber experimentado situaciones de caída en la producción por fenómenos naturales, el banano sigue teniendo características singulares y altos estándares de calidad, manteniéndose en varios países como una de las frutas de gran consumo y dieta diaria (León *et al.* 2020:3)

Una de las labores más importante de las plantaciones bananeras es una correcta fertilización debido a que gracias a esta actividad es la conversión que se obtenga a la cantidad de cajas producidas durante todo el año, sino se efectúa una correcta nutrición vegetal la relación de cajas durante el periodo va a estar por debajo de los estándares establecidos y lo mismo generara pérdidas cuantiosas para cada uno de los productores bananeros (Esquivel 2020:7).

El uso de plaguicidas para el control de plagas y enfermedades, aceites agrícolas y abonos foliares, es una práctica frecuente en plantaciones bananeras. La aplicación de fungicidas en las grandes plantaciones bananeras se lleva a cabo por vía aérea con avionetas (Ordóñez 2018).

La fumigación por avioneta ha despertado gran interés en cada uno de los productores bananero y asesores de los mismos, debido a que ha permitido suplir las deficiencias de nutrientes de la planta de banano y de esta forma lograr un mejor desarrollo del cultivo, generando así un mejor rendimiento con una calidad que es requerida por los mercados internacionales (Amador 2020).

Es necesario buscar alternativas de aplicación del fertilizante líquido, haciendo uso y buscando el desarrollo de tecnología para el sector agrícola, con

el fin de fomentar el auge en este sector y además evitar riesgos a la salud, minimizar el trabajo agotador y la propiciar la disminución de costos que esto provoca, el sistema desarrollado es de fácil operación y bajo costo (Soto *et al.* 2017).

Por ello, el presente documento trató de buscar referencias bibliográficas del estudio de la frecuencia de aplicación de abono foliar mediante el uso de avioneta en plantaciones de banano (*Musa paradisiaca* AAA).

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los trabajadores de las plantaciones bananeras están en contacto diario con los plaguicidas y se enfrentan a un mayor riesgo de contaminación química. La mayoría de los envenenamientos accidentales que se producen en las plantaciones son, en parte, debido a la falta de instrucción y equipo de seguridad. Las altas temperaturas y la humedad impiden que muchos trabajadores usen el equipo de seguridad necesario, como respiradores, guantes de goma, botas y overoles pesados. Muchos trabajadores no pueden leer las instrucciones de manejo, ya que algunos no saben leer (Ordóñez 2018:2).

Si no se utiliza este método de aplicación de abono foliar las plantaciones de banano se verían afectados debido a que las mismas si utilizan un método convencional (aplicación con bombas a motor) no podrían cubrir gran cantidad de área en pocas horas y además el contacto con la planta no sería la misma (Duarte y Pinza 2021:6).

Además si no se efectúa una buena nutrición a la planta de banano los resultados se verán reflejados al momento de la cosecha ya que la misma estaría por debajo de los parámetros establecidos causando grandes pérdidas no solo para el productor, sino para los empleados que laboran en la hacienda (Larrea 2020:4).

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

Ecuador es el primer exportador de banano en el mundo con un 35 % del mercado global y el cuarto productor en el planeta. Desde la década de los años 50, la actividad bananera se ha convertido en una de las principales fuentes generadoras de divisas y la tercera fuente de recursos para el país, después del petróleo y las remesas de los inmigrantes. La actividad bananera tiene un peso muy importante para la economía ecuatoriana, su tasa de participación dentro del PIB agrícola es del 24% (Brehil *et al.* 2012).

El cultivo del banano es severamente afectado por plagas y enfermedades, las cuales representan un factor limitante en la producción, tanto para los pequeños productores, como a las grandes empresas, que destinan su producción a mercados internacionales. Las enfermedades afectan a cualquier tejido de la planta, estas son causadas principalmente por hongo, bacterias y virus (Manzo *et al.* 2017).

El país siendo uno de los más importantes productores de banano, deben considerar el manejo fitosanitario de la planta, el cual no reduzca la productividad final. Mediante Técnicos fitosanitarios han determinado que el uso de servicios de Aero fumigación garantizan la inocuidad de la fruta. Además, muchas compañías aerofumigadoras trabajan con avionetas. También, otra ley a cumplir es reducir el impacto ambiental por mala práctica fitosanitaria (Cedeño 2017).

### **1.4. OBJETIVOS**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar la frecuencia de aplicación de abono foliar mediante el uso de avioneta en el cultivo de banano (*Musa AAA*) en Ecuador.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Analizar la frecuencia de aplicación de los fertilizantes foliares mediante la

utilización de esta tecnología.

- Describir los beneficios de los fertilizantes foliares aplicados mediante el uso de la avioneta en las plantaciones de banano.

## **1.5. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

El presente documento referente al estudio de la frecuencia de aplicación de abono foliar mediante el uso de avioneta en plantaciones de banano (*Musa AAA*) en Ecuador corresponde al dominio de la Universidad Técnica de Babahoyo sobre Recursos agropecuarios, cuya línea de investigación es desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable y sublínea fisiología y nutrición vegetal, pertenecientes a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo.

El cultivo de banano debe suplir las deficiencias nutricionales prontamente, a fin de evitar bajo rendimiento y producción de plantas, lo que repercute en el mercado exterior. La mayoría de las deficiencias nutricionales originan complejos mecanismos fisiológicos indispensables para la formación de racimos, es por ello que los suelos bananeros tienen influencia en la calidad del cultivo porque juegan un importante papel en el desarrollo y producción. Hay que destacar que la parte aérea y radical de la planta son importantes para la obtención de frutas de calidad comercial, las cuales son indispensables a los requisitos de exportación.

La nutrición balanceada en el cultivo, especialmente foliar es una alternativa de fertilización, especialmente con técnicas que permitan al máximo el aprovechamiento del producto, como es el caso de su aplicación en avionetas como tipo de fumigación.

## **2. DESARROLLO**

### **2.1. MARCO CONCEPTUAL**

#### **2.1.1. El banano en el Ecuador**

El Ecuador es un país agrícola, debido a que existen productores de diferentes bienes agrarios, especialmente en el sector bananero, los cuales son comercializados a nivel nacional e internacional, pero para que se pueda vender un banano de calidad la cosecha debe ser cuidada de tal forma que se ofrezca un producto final de excelente naturaleza (Arboleda y Massuh 2014:5).

Los productores de banano se concentran principalmente en las provincias de El Oro, Guayas y Los Ríos, que simbolizan el 41 %, 34 % y 16 % de los agricultores respectivamente. La provincia de El Oro alberga a la mayoría de los pequeños productores de banano (alrededor del 42 %) del país, mientras que los grandes productores se encuentran principalmente en las provincias de Guayas y Los Ríos (Aguirre y Alejandro 2022:8).

Los mismos autores señalan que el 78 % de los productores de banano del país provienen de pequeñas empresas, y si se suman empresas medianas (> 30 ≤100 hectáreas) se llega al 95,6 %. En este sentido, la producción bananera del país se concentra principalmente en la economía familiar y la economía masiva solidaria (EPS), lo que lo convierte en un sector que ayuda a generar empleo y reducir la pobreza rural (Aguirre y Alejandro 2022:9).

Los procesos de producción y exportación de este producto

generan trabajo a más de un millón de familias ecuatorianas en nueve provincias que dependen en gran medida de la industria bananera, sobre todo en El Oro, Guayas y Los Ríos, que son las principales provincias que cultivan banano (Ordóñez 2018:2).

### **2.1.2. Fertilización foliar en banano**

Uno de los rubros más importantes dentro de la producción de banano es la nutrición vegetal ya que de esto depende la conversión que se obtenga en relación a cajas producidas por lo que el lixiviado a base de raquis de banano es una alternativa agroecológica que ayudara a reducir en gran cantidad estos costos (Aguirre y Alejandro 2022:9).

La misma fuente señala que el raquis de banano cuenta con grandes cantidades de macro y micro nutrientes que reemplazarán a los fertilizantes químicos y una reutilización de la materia vegetal que se obtendrá de la misma planta de banano (Aguirre y Alejandro 2022:9).

Segura (2002:93) afirma que la aplicación de fertilizantes foliares en banano se realiza junto con la mezcla fungicida, aprovechando la frecuencia de aplicación. Un requisito necesario para el uso de una fuente foliar, además de su efectividad, es que sea compatible con la mezcla fungicida, que normalmente contiene aceite. Los resultados de un estudio preliminar de fertilización foliar mostraron cierto grado de respuesta en las variables de altura de planta y diámetro del tallo.

La planta de banano morfológicamente tiene un sistema radical extraente y presenta rápido crecimiento vegetativo; lo que provoca una gran capacidad de extracción de nutrientes del suelo. La fertilización se puede realizar de forma granular,

orgánica y foliar dependiendo de las necesidades del cultivo en relación con los análisis foliares y de suelo (Vargas *et al.* 2017:5).

Espinosa y Mite (2002:9) argumentan que los conceptos modernos de nutrición y manejo de la fertilización en banano, particularmente los procedimientos de diagnóstico, han sido factores que han permitido obtener rendimientos altos y rentables. La investigación en nutrición mineral y fertilización de banano ha sido amplia y efectiva. Esto ha permitido conocer las condiciones generales de respuesta del cultivo al manejo nutricional.

La aplicación de fertilizantes vía foliar también ha cobrado mucha fuerza en los últimos años debido a la buena respuesta de la planta de banano a su aplicación. La ventaja de la fertilización foliar es que el aprovechamiento del fertilizante aumenta grandemente, lo que podría permitir la reducción de dosis de fertilizantes. Por otro lado, la utilización de agentes que permitan formar quelatos con los elementos catiónicos también ha contribuido a que la planta tome con más facilidad los nutrimentos. El Zinc se ha aplicado vía foliar en la forma de quelato de Zinc (López 1998:4).

La dosis por planta varía entre 60-120 gramos por planta dependiendo del estado fenológico del cultivo; no obstante, se recomienda utilizar mayor frecuencia en las fertilizaciones con una menor dosis, por ejemplo: aplicar 3 sacos de 45 kg/ha cada 3 semanas o 2 sacos de 45 kg/ha cada 2 semanas dependiendo de la formulación requerida por el cultivo (Vargas *et al.* 2017:5).

La fertilización foliar es de mucha importancia para el desarrollo y crecimiento del cultivo de banano, ya que la nutrición determina el éxito de la producción y por ende constituye el

mantenimiento del sistema de producción del cultivo, con la aplicación de fertilizantes en las plantas de banano se busca conservar la dinámica de minerales que mantengan en altos estándares el rendimiento del cultivo (Montaño 2020:7).

Segura (2002) considera que la fertilización foliar es más recomendable para el suministro de micronutrientes que como en el caso del Zn la planta los requiere en pequeñas cantidades. De tal manera que la aspersión foliar de Zn es una práctica común en cultivos que producen fruta como banano. Además es bien reconocido que muchos suelos del país son deficientes en Zn y que por lo tanto es necesario incluir este elemento en los programas de fertilización.

Además la misma fuente comenta que el Zn junto con el boro son los dos micronutrientes que con mayor frecuencia se presentan deficientes en los suelos y cultivos del país. Las fuentes de Zn más utilizadas son los quelatos (EDTA, lignosulfatos, aminoácidos, etc) y las sales como el sulfato de Zn y nitrato de Zn (Segura 2002:14).

Los fertilizantes foliares son minerales suministrados foliarmente deben ser quelatados con aminoácidos, para conseguir una absorción máxima, los quelatados le proporcionan a la planta minerales como calcio, magnesio, manganeso, hierro, cobre y zinc, los quelatados al aplicarlos directamente en las hojas son aprovechados inmediatamente, caso contrario ocurre con un fertilizante edáfico este debe ser disuelto en el suelo por los microorganismos con el fin de incorporarlo a la planta (Villarreal 2021:3).

El abonamiento foliar en banano se ha convertido en una práctica agrícola en muchas fincas bananeras para complementar la intensa fertilización al suelo que normalmente

se realiza. A través de los análisis foliares se ha comprobado por ejemplo la presencia de contenidos bajos de Zn y B, y se ha observado con mayor frecuencia la manifestación de síntomas visuales de deficiencias de estos elementos. También se ha promovido las aplicaciones foliares de K con el objeto de mejorar las características de calidad de la fruta, conociendo el papel que cumple este nutrimento en mejorar el peso y tamaño (Segura 2002:6).

“Los abonos foliares son colocados por medio de aspersión que contiene Macro y Micronutrientes para corregir deficiencia o carencia en el cultivo de banano, puede ser aplicado con equipo manual, mochila de motor o avión” (Villarreal 2021:3).

La fertilización foliar en banano se inició a principios de los 90 con aplicaciones de Zn, poco después de la sustitución de fungicidas protectores. Estos cambios causaron una disminución en los contenidos foliares de Zn que promovieron la aplicación de este elemento. Las fuentes de Zn de mayor uso en banano incluyen el sulfato de Zn y nitrato de Zn, y los quelatos de EDTA. Aparentemente el nitrato de Zn se absorbe mejor que el sulfato. El Zn se aplica en dosis que oscilan entre 1,5-2,2 kg/ha/año, y parte del éxito es fraccionar la dosis en un gran número de aplicaciones (Segura 2002:7).

De acuerdo al mismo autor, las sales y quelatos de Zn se prefiere aplicar con fungicidas protectores para evitar problemas de incompatibilidad que ocurren con los sistémicos. El Zn ayuda a incrementar el largo de los dedos en la fruta y disminuye los problemas de cicatriz que ocurre cuando los dedos de una mano se encorvan y dañan los de otra mano debajo. El B se utiliza principalmente como ácido bórico. También se aplica  $\text{KNO}_3$  con el objeto de complementar la fertilización edáfica y mejorar el llenado de la fruta, en dosis de 250-700 g/ha/aplicación, en 13-

22 ciclos por año. El  $\text{KNO}_3$  es compatible con las mezclas de fungicidas. Algunas empresas también utilizan aspersiones de urea, en dosis de 500-800g/ha/aplicación (Segura 2002:4).

### **2.1.3. Tipos de fumigación**

El uso de plaguicidas para el control de plagas y enfermedades y fertilización es una práctica frecuente en plantaciones bananeras. La aplicación de pesticidas en las grandes plantaciones bananeras se lleva a cabo por avionetas, y en las pequeñas plantaciones, con mochilas de aspersión. La práctica de la fumigación es una de las más polémicas en el desarrollo del banano y no por el método en sí, sino por las sustancias que se han utilizado para llevarla a cabo (Ordóñez 2018:4).

Pila (2019:8) determina que los pulverizadores aerotransportados son equipos de aplicación de productos fitosanitarios diseñados para su montaje en aeronaves (avión, helicóptero y Drones) y poseen la característica de realizar tratamientos a distintos volúmenes de aplicación. La tarea de fumigación agrícola se la lleva a cabo mediante avionetas y helicópteros y drones agrícolas, fundamentalmente el manejo del sistema es similar.

En el Ecuador, para el control de plagas, enfermedades, maleza y fertilizaciones foliares, se realizan fumigaciones agrícolas por tres métodos distintos: a) fumigación mediante el uso de avionetas (fumigación aérea); b) de manera mecanizada a través de canguros adaptados con bombas para fumigar; c) fumigación tradicional, con el uso de bombas de fumigar tipo mochila, las cuales pueden ser a motor o manual (Navia 2019:5).

Otro autor señala que en nuestro país, actualmente se emplean

avionetas tripuladas para realizar tareas de fumigación en las plantaciones bananeras, el uso de nuevas tecnologías como lo son los drones aún no han sido implementadas en su totalidad (Arboleda y Massuh 2014:7).

Existen varios tipos de fumigación para los cultivos, algunos de ellos se realizan vía aérea y otros, vía terrestre de forma manual. Desde muchos años atrás, para la fumigación vía aérea es normal la utilización de avionetas. Estas fumigaciones se las realizaban aproximadamente 26 semanas durante el año con el uso de plaguicidas y fertilizantes foliares que caían alrededor de las comunidades cercanas sin previo aviso (Encalada 2022:9).

Arboleda y Massuh (2014) explican que “la implementación de vehículos aéreos no tripulados o drones en el sector agrícola, permiten a los agricultores tener un alcance de mayor efectividad en cada área cosechada”.

Encalada (2022:9) expone que en las plantaciones bananeras es importante llevar un correcto control y manejo de las plagas, enfermedades y fertilizantes que pueden surgir en la producción del banano, por eso la fase de fumigación es un proceso clave para evitar su ingreso y obtener buenas cosechas. Esta fase comúnmente se la realiza mediante el uso de avionetas o mochilas fumigadoras. Estos procedimientos a pesar de ser de suma importancia no siempre se los realizan con la técnica más efectiva.

Los equipos que se utilizan para las labores agrícolas, son los de fumigación, los cuales permiten que el fruto se logre cosechar con las mejores condiciones. A pesar que en el país existen muchos productores agrícolas, los sistemas de fumigación se realizan de manera tradicional, lo cual en muchas ocasiones representa mayores costos, tiempo y pueden generar inconvenientes al momento del riego (Arboleda y Massuh

2014:3).

Para los mismo autores, la tarea de fumigación agrícola se la lleva a cabo mediante avionetas o helicópteros agrícolas, fundamentalmente el manejo de los dos sistema es similar. No obstante el helicóptero realiza la tarea con mayor precisión debido a que puede mantenerse suspendido en el aire gracias a su sistema de sobrevuelo con doble hélice, mientras que la avioneta realiza un recorrido aéreo sin la posibilidad de detenerse en un área específica (Arboleda y Massuh 2014:3).

#### **2.1.4. Uso de avionetas y beneficios**

En Ecuador, la salud de los pobladores ubicados en las cercanías de las bananeras es afectada y hay evidencias de ello. Por ejemplo síntomas neurológicos, problemas dermatológicos y problemas respiratorios son los más frecuentes trastornos de que se queja la gente que habita alrededor de las plantaciones bananeras fumigadas con avionetas. Ellos no reciben ninguna advertencia de fumigaciones a realizarse y solo atinan a defenderse o intentar protegerse cuando la avioneta está encima (Ordóñez 2018:4).

Rodríguez y Vásquez (2018:7) indican que uno de los beneficios que brinda esta fumigación por avionetas, es poder aplicarse en plantaciones con difícil acceso, ya sean terrenos de larga distancia. Además, la velocidad de la fumigación es controlada por el técnico y puede ahorrarse tiempo y gastos innecesarios por jornales en la plantación. También, logra gran dispersión de los insumos agrícolas y sean mayormente aprovechados por la planta de banano.

La fumigación en plantaciones de banano a través de drones y avioneta es un método eficaz para el manejo de la plantación

bananera, el cual aumentó el número de hojas libres de estrías a los 70 días, aplicando pesticidas (Tomalá 2022:6).

En las plantaciones de banano se aplican grandes cantidades de fungicidas, aceites agrícolas y abonos foliares por vía aérea con avioneta. También se realizan aplicaciones terrestres de herbicidas y nematicidas con bomba de espalda, se colocan bolsas de polietileno tratadas con insecticidas cubriendo la fruta del banano y se aplican en el suelo de las plantaciones fertilizantes. En la planta empacadora, el banano es lavado en pilas de agua con detergentes y asperjado con fungicidas (Ordóñez 2018:4).

Estudios demuestran que respecto al tiempo de fumigación se concluyó que el Dron es más lento que la avioneta en las aplicaciones de los tratamientos, porque el ancho de faja del avioneta es de 24 metros y del dron es dependiendo del modelo, el Dron que se utilizó para esta investigación fue el que tiene una faja de fumigación de 4 metros; por lo que las avionetas pueden realizar la fumigación en 25 minutos 80 hectáreas, en cambio el dron con el mismo tiempo de 25 minutos solo llegó aplicar en 10 hectáreas (Tomalá 2022:6).

#### **2.1.5. Fumigación con avioneta**

Domínguez (2015:7) manifiesta que los aeródromos cuentan con un área de preparación de la mezcla de fumigación, que también se emplea para la carga de dicha mezcla en un tanque adaptado a las avionetas, al final de la jornada se realiza el lavado de las avionetas en el mismo sitio, desalojando el sobrante de la mezcla de fumigación contenido en el tanque de la avioneta. Posteriormente, enjuagan el interior de los tanques de carga en cada avioneta.

En un tanque de mezcla se agrega la mitad de agua limpia dispuesta para la aplicación y luego se deposita la cantidad de producto orgánico-mineral líquido según lo establecido para el cultivo, inmediatamente se adiciona la cantidad de agua limpia restante y se agita para garantizar una buena homogenización; en las aplicaciones aéreas (avioneta) se utiliza 120 litros de agua limpia por hectárea (Puentes 2018:4).

La fumigación aérea involucra un proceso previo y posterior a la aplicación de los productos, a) preparación de la mezcla, b) llenado del tanque de avionetas de fumigación, c) aplicación del producto y d) lavado del tanque de avionetas, en la etapa b generalmente hay derrames de las mezclas de fumigación, y en la etapa d se generan aguas residuales del lavado combinadas con aproximadamente 20 L de mezcla de fumigación en cada avioneta, siendo dirigidas por un canal aledaño a las instalaciones de fumigación que se dirige hacia aguas abajo (Domínguez 2015:7).

Para la mayoría del área de siembra la aplicación de los plaguicidas con helicóptero, permite precisión y poca deriva al maniobrar a una altura promedio de 2,0 m entre la barra de aplicación y el cultivo. En todos los casos el momento de aplicación preferiblemente es antes de las 7:00 am, cuando la intensidad del viento es mínimo en comparación con otras horas del día (Ramos 2012:5).

Arboleda y Massuh (2014:3) mencionan que el uso de avionetas para combatir plagas, enfermedades y mejorar la fertilización foliar en los campos de cultivación bananera juega un rol de gran consideración, sin embargo no significa que esta técnica sea la más efectiva y la más acertada en el momento de realizar un eficiente manejo del cultivo. Una de las mayores desventajas es la alta velocidad de crucero que impide lanzar con precisión los

productos químicos, así mismo los largos tramos para el despegue y el aterrizaje, y los altos costos que implica el mantenimiento de cada una de estas naves.

La aspersión aérea es un método en el que se utilizan aviones pequeños tripulados para rociar productos químicos agrícolas desde el aire. Se llama a este método "fumigación", que sirve para aplicar productos, con el fin de erradicar plagas, enfermedades y deficiencia de nutrientes que afectan al cultivo de banano (Silva 2021:5).

Para Rodríguez y Vásquez (2018:4), la fumigación aérea con avioneta, consiste en que la avioneta vuela sobre una zona amplia y delimitada del cultivo y donde por la longitud de estos la fumigación manual no es viable; debemos indicar que a través de este método se corre el riesgo de afectar y generar daños severos a los cultivos que se encuentran junto a los nuestros y en situaciones más graves, poner en riesgo la salud de las personas y animales que habitan cerca de las plantaciones, también pueden producirse daños ambientales por la contaminación que se puede generar si esto llegara a suceder.

Existen varias desventajas de estos métodos tradicionales de fumigación. Por ejemplo, con las avionetas, a pesar de estar a varios metros de altura, no logran tener buena precisión y no rocían todas las zonas. A esto se deben sumar costos como pagos a pilotos, los costos de mantenimiento y combustible que se realizan con frecuencias en cada nave (Encalada 2022:6).

Además, muchas veces la fumigación ocurre sin previo aviso de manera que afecta a las viviendas y a los pobladores más cercanos. Por otro lado, la fumigación terrestre afecta al trabajador ya que se expone a los plaguicidas, a pesar de contar con protección personal, que no en todas las haciendas le dan

este tipo de protección (Encalada 2022:6).

## **2.2. MARCO METODOLÓGICO**

El presente documento se desarrolló mediante la recopilación bibliográfica, empleando varias fuentes de información obtenida de sitios web, trabajos investigativos de entidades competentes, como son tesis de pre grado y postgrado, artículos científicos, revistas indexadas de alto impacto y libros.

Una vez seleccionada la información de las diferentes fuentes se efectuó un análisis, síntesis y resumen, con la finalidad de obtener información relevante al tema de estudio, para lograr conclusiones que responderán a los objetivos planteados y que sean de fácil interpretación y entendibles para el lector.

## **2.3. RESULTADOS**

Por lo expuesto se determina que:

El cultivo de banano es uno de los principales productos agrícolas de exportación del país, por lo tanto su manejo agronómico y de cosecha debe ser óptimo de acuerdo a la exigencia de los mercados internacionales.

Las aplicaciones foliares son indispensables para las plantaciones bananeras, como complemento a la fertilización química, mejorando las características fisiológicas del fruto e incrementando los rendimientos.

La fumigación con avionetas ayudan que la plantación asimile los productos aplicados, sin embargo puede existir efectos negativos debido al elevado costo de producción al utilizar este tipo de fumigación, ya que el mantenimiento de la aeronave es muy costoso.

Generalmente las aplicaciones foliares en banano, se realizan con frecuencia de aplicación de dos semanas, dependiendo del estado del cultivo.

## 2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Por lo planteado se señala lo siguiente:

El cultivo de banano es uno de los principales productos agrícolas de exportación del país, por lo tanto su manejo agronómico y de cosecha debe ser óptimo de acuerdo a la exigencia de los mercados internacionales, concordando con León *et al.* (2020:3), quienes indican que el banano forma parte de los tres productos con mayor volumen de exportación, los tributos generados han registrado saldos positivos en la balanza comercial, más del 30% de la oferta mundial del banano proviene de Ecuador, país destacado como el principal exportador en el mundo desde el comienzo de los intercambios comerciales. A su vez, los procesos de producción y exportación de este producto generan trabajo a más de un millón de familias ecuatorianas en nueve provincias que dependen en gran medida de la industria bananera, sobre todo en El Oro, Guayas y Los Ríos, que son las principales provincias que cultivan banano (Ordóñez 2018:2).

Las aplicaciones foliares son indispensables para las plantaciones bananeras, como complemento a la fertilización química, mejorando las características fisiológicas del fruto e incrementando los rendimientos, tal como se indica que los fertilizantes foliares son minerales suministrados foliarmente deben ser quelatados con aminoácidos, para conseguir una absorción máxima, los quelatados le proporcionan a la planta minerales como calcio, magnesio, manganeso, hierro, cobre y zinc, los quelatados al aplicarlos directamente en las hojas son aprovechados inmediatamente, caso contrario ocurre con un fertilizante edáfico este debe ser disuelto en el suelo por los microorganismos con el fin de incorporarlo a la planta (Villarreal 2021:3).

La fumigación con avionetas ayudan que la plantación asimile los productos aplicados, sin embargo puede existir efectos negativos debido al elevado costo de producción al utilizar este tipo de fumigación, ya que el mantenimiento de la aeronave es muy costoso, debido a que una de las mayores desventajas es la alta velocidad de crucero que impide lanzar con precisión los

productos químicos, así mismo los largos tramos para el despegue y el aterrizaje, y los altos costos que implica el mantenimiento de cada una de estas naves (Arboleda y Massuh 2014:3), coincidiendo también con Encalada (2022:6) que existen varias desventajas de estos métodos tradicionales de fumigación ya que las avionetas, a pesar de estar a varios metros de altura, no logran tener buena precisión y no rocían todas las zonas. A esto se deben sumar costos como pagos a pilotos, los costos de mantenimiento y combustible que se realizan con frecuencias en cada nave.

Generalmente las aplicaciones foliares en banano, se realizan con frecuencia de aplicación de dos semanas, dependiendo del estado del cultivo; concordando que la fertilización se puede realizar de forma granular, orgánica y foliar dependiendo de las necesidades del cultivo en relación con los análisis foliares y de suelo. La dosis por planta varía entre 60-120 gramos por planta dependiendo del estado fenológico del cultivo; no obstante, se recomienda utilizar mayor frecuencia en las fertilizaciones con una menor dosis, cada 2 semanas dependiendo de la formulación requerida por el cultivo (Vargas *et al.* 2017:5).

## **3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **3.1. CONCLUSIONES**

Las aplicaciones foliares son necesarias para la dotación de micronutrientes a la plantación, tales como calcio, magnesio, manganeso, hierro, cobre y zinc, los cuales por su dosis se dificulta aplicarla al suelo.

Los agricultores bananeros se concentran principalmente en las provincias de El Oro, Guayas y Los Ríos, sin embargo, provincia de El Oro alberga a la mayoría de los pequeños productores de banano del país, seguido de las provincias de Guayas y Los Ríos

La aplicación de fertilizantes vía foliar promueve excelente respuesta de la planta de banano a su aplicación, lo que conjuntamente con el fertilizante químico podría permitir la reducción de dosis de estos fertilizantes.

Para banano se utilizan productos que permitan formar quelatos con los elementos catiónicos para que la planta tome con más facilidad los nutrimentos, como el Zinc, aplicado vía foliar, en la forma de quelato de Zinc.

El uso de plaguicidas para el control de plagas y enfermedades y fertilización es una práctica frecuente en plantaciones bananeras, con aplicaciones por avionetas.

Los equipos de aplicación de productos fitosanitarios aéreos en banano son avioneta, helicóptero y Drones, donde fundamentalmente el manejo del sistema es similar.

Las avionetas fumigan a una altitud aproximada de 500 m y a 145 km/h lo que genera una pérdida de productos por deriva entre el 20 y 25 % del área a fumigar, lo que incrementa el costo.

Desde muchos años atrás, para la fumigación vía aérea es normal la

utilización de avionetas, con frecuencia de aproximadamente 26 aplicaciones o intervalos cada dos semanas durante el año con el uso de fertilizantes foliares.

### **3.2. RECOMENDACIONES**

Por lo detallado se recomienda:

Utilizar productos quelatados por su menor costo en época sin lluvias como fertilizantes foliares en el cultivo de banano.

Realizar ensayos en campo para verificar la frecuencia de aplicación de fertilizantes foliares con avionetas y a su vez comparar los costos de producción.

Utilizar productos metalosatos por su rápida absorción en época lluviosa.

Emplear drones para fumigación a fin de evitar pérdidas de agroquímicos por efecto de la deriva.

## 4. REFERENCIAS Y ANEXOS

### 4.1. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguirre, L., Alejandro, G. 2022. Aplicación de lixiviado a base de raquis de banano como abono foliar en el cultivo de banano en la Zona de Machala. Disponible en <http://201.159.223.180/bitstream/3317/17950/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-187.pdf>
- Amador, D. 2020. Análisis de la utilización de drones como técnica de fumigación de cultivos de banano en el corregimiento de Orihueca, Zona Bananera, Colombia. Universidad Cooperativa de Colombia.
- Arboleda Endara, G. X., Massuh Defaz, F. S. 2014. Análisis de factibilidad del uso de Drones en las plantaciones bananeras de la Provincia de El Oro. Disponible en <http://201.159.223.180/bitstream/3317/2860/1/T-UCSG-PRE-ESP-CFI-108.pdf>
- Brehil, J., Zapatta, A., Brassel, F., Brehil, J., & Zapatta, A. 2012. ¿ Agroindustria y soberanía alimentaria?. Hacia una Ley de Agroindustria y Empleo Agrícola. Quito SIPAE.
- Cedeño Ortiz, J. D. 2017. Evaluación de Impacto Ambiental Generado por Ruido de las Actividades de Aerofumigación en Plantaciones Bananeras. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química.
- Domínguez Rodríguez, V. I. 2015. Biocamas para el tratamiento de aguas contaminadas con fungicidas en la zona platanera de Teapa, Tabasco. Disponible en [http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/3311/Dominguez\\_Rodriguez\\_VI\\_DC\\_Por\\_Investigacion\\_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/3311/Dominguez_Rodriguez_VI_DC_Por_Investigacion_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Duarte Quinteros, M. C., Pinza Cueva, G. M. 2021. *Plan de negocios para la creación de una empresa de servicios de fumigación agrícola con drones aéreos* Guayaquil: ULVR.
- Encalada Chalén, M. A. 2022. Estudio de factibilidad para la comercialización de drones fumigadores para plantaciones bananeras en la provincia de El Oro. Disponible en [21](http://201.159.223.180/bitstream/3317/18352/1/T-UCSG-</a></p></div><div data-bbox=)

PRE-ECO-GES-685.pdf

- Espinosa, J., Mite, F. 2002. Estado actual y futuro de la nutrición y fertilización del banano. *Revista Informaciones Agronómicas*, 48, 4-9. Disponible en [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/02788fd8caeaf69705257a370058dad2/\\$FILE/Estadobanano.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/02788fd8caeaf69705257a370058dad2/$FILE/Estadobanano.pdf)
- Esquivel Parra, C. X. 2020. Estudio de impacto ambiental y propuesta del plan de manejo ambiental en la bananera " Nueva Era" ubicada en el cantón El Triunfo.
- Larrea, J. A. 2020. Elaboración de un manual fitosanitario de las principales enfermedades de banano (*Musax paradisiaca* L.), en Baba, Los Ríos, Ecuador.
- León-Serrano, L. A., Matailo-Pinta, A. M., Romero-Ramón, A. A., Portalanza-Chavarría, C. A. 2020. Ecuador: producción de banano, café y cacao por zonas y su impacto económico 2013-2016. *Revista Científica UISRAEL*, 7(3), 97-114.
- López, A. 1998. Fertilización convencional del cultivo de banano en Costa Rica y su relación con la producción sostenible. *de banano orgánico*, 63. Disponible en <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=TL0PE62Na9gC&oi=fnd&pg=PA63&dq=fertilizantes+foliares+en+banano&ots=kLo5yRymTA&sig=4hd5BpyYN9CqsNxVW0GOM5GTvuA#v=onepage&q=foliares&f=false>
- Manzo-Sánchez, G., Orozco-Santos, M., Martínez-Bolaños, L., Garrido-Ramírez, E., Canto-Canche, B. 2017. Enfermedades de importancia cuarentenaria y económica del cultivo de banano (*Musa* sp.) en México. *Revista mexicana de fitopatología*, 32(2), 89-107.
- Montaño Tenorio, R. P. 2020. *Efecto de la aplicación del fertilizante foliar AMICROP MIX en el cultivo de banano (Musa paradisiaca)* (Bachelor's thesis, Quevedo: Ecuador). Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6045>
- Navia Zamora, J. R. 2019. *Optimización del proceso de fumigación agrícola mediante la utilización de los drones* (Bachelor's thesis, Quevedo-UTEQ). Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3708/1/T-UTEQ-0060.pdf>
- Ordóñez, A. I. G. 2018. Prácticas ambientales y competitividad de las PYMES

bananeras del cantón Machala, provincia el Oro, Ecuador. *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*. Disponible en <https://dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/614>

Pila, G. 2019. Evaluación de la eficiencia de aplicación de dos diferentes métodos de fumigación, mediante dron vs aplicación con aguilón en el cultivo de soya. Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Guayas. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/13294>

Puentes Mena, O. A. 2018. Identificación e implementación de un producto orgánico mineral líquido aplicado al cultivo de arroz (*Oryza sativa*) variedad Fedearroz 60. Disponible en <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/17869/14801950.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ramos Matarrita, J. F. 2012. Evaluación de la influencia de la actividad arrocera sobre la calidad del agua que drena hacia el Refugio Nacional de Vida Silvestre Mata Redonda, Nicoya, Guanacaste, Costa Rica. Disponible en <http://repo.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/2270/1/33660.pdf>

Rodríguez, T., Vásquez, M. 2018. Plan de negocio para la creación de una empresa de fumigación aérea por helicóptero. Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Guayas. Obtenido de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/2211>

Segura, Á. 2002. Fertilización foliar: principios y aplicaciones. Disponible en [http://www.nutricaodeplantas.agr.br/site/downloads/unesp\\_jaboticabal/Memoria\\_CursoFertilizacionFoliar.pdf#page=22](http://www.nutricaodeplantas.agr.br/site/downloads/unesp_jaboticabal/Memoria_CursoFertilizacionFoliar.pdf#page=22)

Silva, A. 2021. Análisis de la utilización de drones como técnica de fumigación de cultivos de banano en el corregimiento de Orihueca, zona bananera, Colombia. Disponible en [http://repositorio.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/41093/1/2021\\_An%C3%A1lisis\\_Drones\\_banano.pdf](http://repositorio.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/41093/1/2021_An%C3%A1lisis_Drones_banano.pdf)

Soto Muciño, L. E., Reyes Reynoso, R., Martínez Cosgalla, J. J., & Catarina, C. S. 2017. Sistema Aplicador de Fertilizante Líquido. Memorias del XV Congreso Internacional anual de la SOMIM. México. ISBN 978-607-95309-1-4. Pág. 469 – 474.

Tomalá, Y. 2022. *Efecto de fumigación con dron y avioneta para el control de*

*Mycosphaerella fijiensis* (SIGATOKA NEGRA) en el cultivo de banano de variedad Williams. Universidad Agraria del Ecuador. Disponible en <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/TOMALA%20CHIMBO%20YOMIRA%20OVER%C3%93NICA.pdf>

Vargas, A., Watler, W., Morales, M., Vignola, R. 2017. Ficha técnica del cultivo de banano. Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-8205.pdf>

Villarreal, D. 2021. Efecto de dos fertilizantes foliares, quelatado y no quelatado, en el cultivo de banano (*Musa acuminata* AAA). Disponible en <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VILLARREAL%20AVILEZ%20DENISSE%20DEYANIRA.pdf>