

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



**MANEJO FITOSANITARIO DEL CULTIVO DE PLATANO Y TABACO MEDIANTE
EL USO DE DRONES EN LA EMPRESA DE TABACO MAYA**

INFORME FINAL DE PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

POR:

VICTOR MANUEL INTERIANO LONES

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

MAYO, 2026

**MANEJO FITOSANITARIO DEL CULTIVO EN PLATANO Y TABACO MEDIANTE
EL USO DE DRONES EN LA EMPRESA DE TABACO MAYA**

POR:

VICTOR MANUEL INTERIANO LONES

ASESOR PRINCIPAL

ING. JORGE ALBERTO CÁLIX ORELLANA

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL**

TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS C.A.

MAYO, 2026



UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

Catacamas, Olancho

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE INFORME FINAL

Los suscritos miembros de la comisión evaluadora del Informe Final de la Práctica Profesional Supervisada certificamos que:

El estudiante **VICTOR MANUEL INTERIANO LONES** del IV Año de Ingeniería Agronómica presentó su informe intitulado:

MANEJO FITOSANITARIO DEL CULTIVO DE PLATANO Y TABACO MEDIANTE EL USO DE DRONES EN LA EMPRESA DE TABACO MAYA

El cual, a criterio de los evaluadores, _____ el presente trabajo de investigación como requisito previo para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

Dado en la ciudad de Catacamas, Departamento de Olancho, a los _____ días del mes de _____ del año dos mil veintiséis.

Ing. Jorge Alberto Cálix Orellana
Asesor Principal

M. Sc. Adrián Francisco Reyes Martínez
Asesor Secundario

M. Sc. Yoni Soriel Antúnez Munguía
Asesor Secundario

DEDICATORIA

A Dios por ser quien ha guiado mi camino, me ha dado la fortaleza suficiente para afrontar mis problemas y cumplir este paso tan importante en mi vida.

A mis padres, Ondina Lones Sarmiento y Manuel Interiano Interiano por su amor incondicional, su constante esfuerzo y sacrificio por verme bien; mis logros les pertenecen.

A mi hermana Ondina Interiano Lones por su amor y apoyo y ser mi motivación para crecer y ser mejor persona día con día.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la fortaleza, la convicción y la guía necesaria para alcanzar la meta en el camino de mi formación profesional.

A mis asesores Ing. Jorge Alberto Cáliz Orellana, M. Sc. Adrián Francisco Reyes Martínez y M. Sc. Yoni Soriel Antúnez Munguía, por su valiosa orientación, apoyo y conocimientos compartidos durante el desarrollo de mi práctica profesional.

A mis padres, Ondina Lones Sarmiento y Manuel Interiano Interiano por ser mi mayor apoyo en cada aspecto de mi vida y ser quienes me motivan a seguir adelante.

A mi hermana, Ondina Interiano Lones por su cariño y apoyo incondicional y ser un ejemplo para seguir en esfuerzo y dedicación.

A los señores, José Antonio Posas Meléndez y Norma Sarmiento Zelaya, por creer en mí desde un principio y ser gran apoyo para mi familia y mi persona desde siempre.

A mi compañera, Katherinne Paola Lazo Salgado por apoyarme desde el principio en mi formación, su amor y apoyo incondicional.

A los ingenieros, Jaime Arita Vidal y David Arita Vidal, por brindarme la oportunidad de realizar mi práctica profesional en su empresa, así como la confianza, orientación y apoyo durante el proceso.

A la familia Chacón Carrasco, a Mariana Carrasco, Adalid Carrasco, Dionel Chacón y Gledin Chacón por apoyarme tanto y ayudarme con el comienzo de mi vida universitaria y abrirme la puerta de su hogar cada vez que lo necesité; los llevo siempre en el corazón.

A la Dra. Jobanya Valle por ayudarme a salir de un momento difícil de mi vida enseñándome que nunca estaremos solos.

CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
CONTENIDO	v
LISTA DE TABLAS	viii
LISTA DE GRÁFICOS.....	ix
LISTA DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCIÓN	12
II. OBJETIVOS	13
2.1. Objetivo general.....	13
2.2. Objetivos específicos	13
III. REVISIÓN DE LITERATURA	14
3.1. Generalidades de los drones en la agricultura.....	14
3.1.1. Definición	14
3.1.2. Agricultura de precisión y el uso de drones	14
3.1.3. Ventajas de los drones en la agricultura	14
3.1.4. Pulverización	15
3.1.5. Comparativa drones frente a método tradicional de pulverización.....	15
3.1.6. Características del Dron DJI Agras T50.....	19
3.1.7. Componentes de un dron	19
3.1.8. Controlador de vuelo	21
3.2. Tabaco.....	21

3.2.1.	Origen	21
3.2.2.	Clasificación taxonómica	22
3.2.3.	Características morfológicas	22
3.2.4.	Plagas del tabaco	23
3.2.5.	Enfermedades del tabaco	24
3.3.	Plátano	25
3.3.1.	Origen	25
3.3.2.	Taxonomía	25
3.3.3.	Características morfológicas	26
3.3.4.	Plagas en el cultivo de plátano	26
3.3.5.	Enfermedades en plátano.....	27
IV.	MATERIALES Y MÉTODO	29
4.1.	Descripción del sitio de la práctica	29
4.2.	Materiales y equipo.....	29
4.2.1.	Material vegetal:	30
4.2.2.	Equipo utilizado.....	30
4.2.3.	Productos fitosanitarios	30
4.3.	Método	34
4.3.1.	Presentación.....	34
4.3.2.	Acompañamiento en las actividades relacionadas con la aplicación de productos	34
4.3.3.	Aplicación de los productos	34
4.3.4.	Registro de datos para determinar el rendimiento operativo.....	35
4.3.5.	Monitoreo de plagas y enfermedades	36
4.4.	Metodología utilizada	38
4.4.1.	Determinación de las principales plagas y enfermedades en los cultivos	38
4.4.2.	Dosificación de los productos.....	38

4.4.3.	Determinar el rendimiento.....	38
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
5.1.	Determinación de plagas y enfermedades.....	40
5.2.	Parámetros operativos del equipo	48
5.3.	Estimación del rendimiento del equipo	50
VI.	CONCLUSIONES.....	53
VII.	RECOMENDACIONES	54
	BIBLIOGRAFÍA.....	55
	ANEXOS.....	60

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Características Técnicas de la Aeronave DJI Agras T50	19
Tabla 2.	Lista de los agroquímicos utilizados durante el desarrollo de la Práctica Profesional.	31
Tabla 3.	Esquema de las parcelas al momento de realizar monitoreos de plagas y enfermedades.	37
Tabla 4.	Problema fitosanitario y porcentaje de incidencia registrado en monitoreos pre-aplicación.	40
Tabla 5.	Problema fitosanitario y porcentaje de incidencia registrados en monitoreos post-aplicación.	41
Tabla 6.	Comparación de los resultados para la aplicación realizada el 22 de enero.	43
Tabla 7.	Comparación entre resultados para la aplicación realizada el 21 de febrero. ...	44
Tabla 8.	Comparación entre resultados para la aplicación realizada el 08 de marzo.....	45
Tabla 9.	Comparación entre resultados para la aplicación realizada el 30 de marzo.....	46
Tabla 10.	Parámetros operativos registrados.	48
Tabla 11.	Rendimiento operativo.	50
Tabla 12.	Rendimiento operativo promedio por cultivo.....	51

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Resultados obtenidos para la aplicación del día 22 de enero	43
Gráfico 2.	Resultados obtenidos en base a la aplicación del 21 de febrero.....	44
Gráfico 3.	Resultados obtenidos en base a la aplicación del 08 de marzo.	46
Gráfico 4.	Resultados obtenidos en base a la aplicación del 30 de marzo	47
Gráfico 5.	Rendimiento operativo ha/hora	52

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1	Plantación de Tabaco de la empresa.	60
Anexo 2	Capacitación en campo para el manejo de Sigatoka Negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>) brindado en una de las plantaciones de plátano de la empresa.	60
Anexo 3	Monitoreo realizado el 19 de febrero.	61
Anexo 4	Planificación y trazo de ruta con apoyo de Waypoints en una de las parcelas.	61
Anexo 5	Preparación de mezcla para aplicación en una de las parcelas.	62
Anexo 6	Limpieza de boquillas del equipo posterior a las aplicaciones	62
Anexo 7	Inspección de las parcelas previo a la realización de monitoreo.....	63
Anexo 8	Chinche Lygus (<i>Lygus lineolaris</i>) y daño causado a las hojas.....	63
Anexo 9	Dron Agras T50 de la empresa volando sobre una de las parcelas por la noche. 64	
Anexo 10	Gusano cortador (<i>Agrotis ipsilon</i>) en una de las hojas nuevas.	64
Anexo 11	Estimación del volumen y área a aplicar en una de las parcelas con el control remoto.	65
Anexo 12	Hoja de plátano posterior a la aplicación de uno de los productos.....	65

Interiano Lones, VM, 2025. Manejo fitosanitario del cultivo en plátano y tabaco mediante el uso de drones en la empresa Tabaco Maya Práctica Profesional Supervisada. Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho, Honduras.

RESUMEN

El presente informe describe el manejo fitosanitario de los cultivos de plátano (*Musa spp.*) y tabaco (*Nicotiana tabacum*) mediante el uso de drones de pulverización en la empresa Tabaco Maya S. de R.L., durante el periodo de enero a abril de 2026. El objetivo principal fue implementar esta tecnología para optimizar la aplicación de agroquímicos, mejorar la eficiencia operativa y fortalecer las prácticas de agricultura de precisión. La metodología incluyó el monitoreo de plagas y enfermedades, la determinación de parámetros operativos del dron y el cálculo del rendimiento del equipo en campo. Se realizaron monitoreos para estimar el porcentaje de incidencia antes y después de las aplicaciones, permitiendo evaluar la efectividad de los tratamientos. Los resultados evidenciaron una reducción significativa en la incidencia de diversas plagas y enfermedades, destacando el control del moho azul (*Peronospora tabacina*) y la disminución de insectos como *Lygus lineolaris* y *Bemisia tabaci*. Asimismo, se observó que el rendimiento operativo del dron fue mayor en el cultivo de plátano, con un promedio de 6.64 ha/h, en comparación con el tabaco, que presentó 4.76 ha/h, debido a diferencias en densidad y manejo del cultivo. Se concluye que el uso de drones representa una alternativa eficiente y precisa para el manejo fitosanitario, permitiendo optimizar recursos, reducir costos y mejorar la sostenibilidad de las actividades agrícolas.

Palabras clave: Agricultura de precisión, dron, manejo fitosanitario, plátano, tabaco, rendimiento operativo, monitoreo de plagas.

I. INTRODUCCIÓN

Las prácticas agronómicas para la producción con el tiempo se han visto muy influenciadas por el cambio climático y la creciente población a nivel mundial, no sólo la influencia en el ciclo biológico de las plantas sino también la creciente demanda de alimentos ha llevado a la utilización de tecnologías que permitan una mayor eficiencia en el uso de insumos.

La agricultura de precisión conduce al empleo de tecnologías que vuelvan más eficiente los procesos de producción entre ellos el empleo de drones de pulverización los cuales no sólo contribuyen a un ahorro en la cantidad de insumos utilizados en la producción, sino también a la accesibilidad a ciertos terrenos para cumplir con actividades de control. La tecnología de drones se vuelve importante para abordar los desafíos crecientes alrededor del país siendo uno de los principales el acceso a la mano de obra en la agricultura.

El implementar este tipo de tecnologías en el ámbito nacional representa un avance en la agricultura, en un ambiente ciertamente marcado por la escasez de mano de obra y el amplio deterioro de los suelos, la empresa al utilizar este tipo de dispositivos no solo asegura el uso eficiente de los distintos productos que los cultivos requieran durante su ciclo, si no también proporciona una ventana hacia la conservación del ambiente en donde se realizan las actividades de siembra y producción de los cultivos. El presente trabajo tiene como propósito documentar el manejo fitosanitario de los cultivos de tabaco (*Nicotiana tabacum*) y plátano (*Musa spp.*) en la empresa Tabaco Maya S. de R.L., mediante el uso de drones de pulverización, describiendo los procedimientos de dosificación y aplicación de agroquímicos, así como el rendimiento operativo del equipo, con el fin de evidenciar los beneficios de esta tecnología en la optimización de recursos, la precisión de las aplicaciones y el fortalecimiento de las prácticas de agricultura de precisión en el contexto productivo de la región.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Implementar un manejo fitosanitario en los cultivos de la empresa Tabaco Maya mediante el uso de drones en aplicaciones de agroquímicos.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar las principales plagas y enfermedades que afectan los cultivos de tabaco y plátano en la empresa.
- Establecer los parámetros operativos del dron, según el cultivo y las condiciones de aplicación.
- Analizar el rendimiento de los equipos de aplicación para establecer los factores que influyen en la eficiencia de la actividad.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Generalidades de los drones en la agricultura

3.1.1. Definición

Los drones agrícolas se pueden catalogar como aeronaves civiles privadas, ya que se definen como “las utilizadas para usos comerciales diferentes al servicio al público o para el transporte particular sin fines de lucro, y aquellas cuyo fin expreso sea la experimentación, acrobacia, exhibición y las que por su naturaleza sean de colección (Navarro 2024).

3.1.2. Agricultura de precisión y el uso de drones

La agricultura de precisión asociada al uso de VANTs (Vehículos Aéreos No Tripulados) es responsable de minimizar los riesgos de las actividades agrícolas, como los accidentes laborales y los errores en los procesos agrícolas relacionados al manejo de cultivos, como la cosecha, control de plagas, fertilización, cuidado inadecuado de suelo, etc. Al facilitar el acceso a los datos, la Agricultura de Precisión (AP) permite que el sector agroindustrial pueda tomar decisiones más decisivas (Zaguine y Cavichioli 2022).

3.1.3. Ventajas de los drones en la agricultura

Entre las ventajas del uso de VANT, mencionan que son una alternativa mucho más económica y ecológica al uso de los helicópteros y aviones en determinadas tareas. El sistema control remoto tiene un rango de unos cuantos kilómetros alrededor del control dependiendo del tipo de aeronave que se diseñó, no debe existir ningún obstáculo que se

interponga con el centro de control y el VANT, para aquello debe tomar la orografía del terreno antes de programar los vuelos (García Arias et al. 2022).

En muchos artículos se destaca la importancia que estos poseen, sin embargo; (García Arias et al. 2022) dice: Los drones en la agricultura son un medio que permiten analizar, localizar y gestionar las necesidades que presenta un cultivo para dar solución de manera inmediata como aplicación de fertilizantes o riego, ayudando a que se reduzcan costes, se optimice el rendimiento y obtener mayor beneficio económico. Se puede deducir que actualmente existen drones para analizar la agricultura y drones para aplicar el tratamiento que requieren los cultivos.

3.1.4. Pulverización

La pulverización es la dispersión de una sustancia líquida en partículas pequeñas. En agricultura, la pulverización es usada para difundir agroquímicos, nutrientes o fertilizantes. Sin embargo, pulverizar es usado para que el producto sea desparramado en cantidad y local planificado. De esa manera, un pulverizador es un dispositivo que ayuda en el combate de insectos, enfermedades, plagas, etc. (Zaguine y Cavichioli 2022).

3.1.5. Comparativa drones frente a método tradicional de pulverización

3.1.5.1. Exactitud y alcance

Baja precisión del método tradicional

Existe una diferencia significativa tanto en el tiempo de aplicación como en el volumen de producto utilizado al comparar la fumigación de cultivos con bombas manuales tipo mochila y el uso de drones para fumigación. Las bombas de mochila pueden generar una baja calidad en la aplicación, ya que este tipo de equipo presenta poca o ninguna capacidad de regulación de la presión. Además, la distribución del agroquímico sobre el cultivo depende en gran

medida de la posición y el movimiento del brazo del operario, así como de su nivel de cansancio y habilidad. La velocidad de aplicación, determinada por el ritmo de caminata del operario, también resulta difícil de mantener constante(Ortiz 2023).

Cobertura de aeronaves tripuladas

Por otro lado, los aviones y helicópteros destacan por su capacidad para cubrir grandes extensiones en poco tiempo, ya que pueden transportar grandes cantidades de producto en un solo vuelo. Esto los hace ideales para explotaciones agrícolas de gran escala. Sin embargo, suelen operar a mayor altura, lo que reduce la precisión de la aplicación, especialmente en terrenos irregulares. Además, el ancho de la franja de pulverización incrementa la probabilidad de deriva hacia áreas no deseadas o propiedades cercanas (Fortune Business Insights s. f.).

3.1.5.2. Capacidad de carga y autonomía

Carga útil de los drones

Aunque los drones agrícolas más avanzados pueden transportar entre 10 y 15 galones una mejora considerable frente a modelos anteriores, esta capacidad sigue siendo limitada en comparación con las aeronaves tradicionales. A mayor carga, mayor consumo de batería y menor tiempo de vuelo. En promedio, un dron pulverizador puede operar entre 12 y 30 minutos por batería, dependiendo del viento, el peso transportado y el estado energético del equipo. Esto resulta adecuado para parcelas pequeñas o divididas, pero en grandes explotaciones es necesario realizar frecuentes cambios y recargas de baterías(ADVEXURE 2025).

Modo de vuelo por puntos de ruta (Waypoints)

En el modo de vuelo por puntos de ruta (Waypoints), la aeronave ejecuta automáticamente una trayectoria previamente planificada y realiza las acciones programadas conforme a los parámetros establecidos de la misión. Este tipo de vuelo permite repetir recorridos con mayor precisión y mantener una operación más ordenada, ya que cada punto de la ruta puede registrar información de altura, orientación y otros parámetros de vuelo(Calderone et al. 2025)

Aeronaves convencionales y pulverizadores terrestres

Las aeronaves tripuladas y los equipos terrestres poseen tanques de gran capacidad, lo que les permite operar durante horas con menos interrupciones. Esto se traduce en una mayor eficiencia operativa. Sin embargo, los costos asociados como combustible, mantenimiento, almacenamiento y logística especializada representan un desafío importante, sobre todo para productores de menor escala(ADVEXURE 2025).

3.1.5.3. Evaluación de costos

Inversión en drones pulverizadores

La inversión en drones pulverizadores puede resultar más accesible que otras alternativas mecanizadas o aéreas tripuladas, y la literatura reciente reporta menores costos operativos, menor exposición del aplicador a plaguicidas y mayor viabilidad para pequeñas y medianas explotaciones(Zhang et al. 2026).

Pulverización aérea y terrestre tradicional

El mayor consumo de productos agroquímicos en la fumigación tradicional se debe, principalmente, a no mantener un flujo de presión constante, lo que afecta el tamaño de las gotas. Cuando la presión es baja, las gotas son demasiado grandes y se incrementa el consumo del producto; en cambio, si la presión es excesiva, las gotas se vuelven muy finas y tienden a evaporarse, lo que también genera un mayor gasto. Considerando estas características técnicas, el uso de drones para la fumigación aérea permite una mejor cobertura del área tratada mediante una franja de pulverización más eficiente (Ortiz 2023).

3.1.5.4. Efectos ambientales y seguridad

Menor impacto por deriva

La aplicación a baja altura que realizan los drones puede reducir la dispersión de productos fuera del área objetivo cuando el sistema está bien ajustado. En contraste, las aeronaves que operan a mayor altitud presentan un mayor riesgo de deriva, con posibles efectos sobre cultivos vecinos o cuerpos de agua. Los pulverizadores terrestres, aunque pueden ser muy precisos, aún pueden causar daños físicos al cultivo o compactación del suelo (ADVEXURE 2025).

Seguridad del operador

Las aeronaves agrícolas convencionales son imbatibles en velocidad y capacidad, pero presenta limitaciones en precisión, deriva y seguridad (riesgo para pilotos). También tiene restricciones legales más estrictas en zonas periurbanas (AGRIFLY 2025).

3.1.6. Características del Dron DJI Agras T50

Tabla 1. Características Técnicas de la Aeronave DJI Agras T50

Parámetro	Especificación ^{1/}
Tipo de combustible	Energía (Baterías de Polímero de Litio)
Largo	3085 mm
Alto	820 mm
Ancho o envergadura	2800 mm
Diagonal entre ejes	2184 mm
Capacidad del tanque de agroquímicos	75 litros líquidos o 50 kilogramos sólidos
Alcance de aeronave	2000 m
PBMO (Peso Bruto Máximo de Operación)	103 kg al nivel del mar
Autonomía de vuelo	16.5 min PBMO de 52 kg
Velocidad promedio	10 m/s
Velocidad de aplicación	3 m/s
Potencia máxima del motor	40 000 W
Altura de aplicación	2.5 metros
Ancho de pasada	8 metros en condiciones óptimas
Velocidad de vuelo en operación	7 m/s
Resistencia al viento máxima	6 m/s

^{1/} Información de las especificaciones data del año 2024

Fuente: (Pabel et al. 2024)

3.1.7. Componentes de un dron

Existen 6 componentes principales que deben tomarse en cuenta para para disponer de una aeronave funcional: estructura, motores, hélices, controladores de velocidad, controlador de vuelo y baterías.

3.1.7.1. Estructura

La estructura básica del cuerpo del dron está formada por una región central, donde se conectan el controlador de vuelo, los sensores, la batería, el depósito de fluido y la bomba. También forman parte de la estructura los brazos que, en sus extremos, están fijos los motores y, en su extensión, los controladores de velocidad (Cascardo Demolinari y Rodrigues Leta 2016).

3.1.7.2. Motores

El motor del dron es un motor de corriente continua (motor CC) que funciona con corriente suministrada por las baterías. Sumando potencia de los motores y considerando que el peso ideal para el vuelo es la mitad de capacidad del motor (Cascardo y Rodrigues 2016).

3.1.7.3. Hélices

La eficiencia de una hélice es la relación entre la fuerza aplicada y el resultado obtenido. En términos de eficiencia, la fuerza aplicada es la fuerza que el motor necesitará ejercer para girarla; a mayor fuerza, mayor consumo de batería. Un paso más alto genera mayor propulsión, requiriendo más fuerza del motor y consumiendo más batería; un paso más bajo genera mayor velocidad en maniobras, pudiendo causar inestabilidad (Cascardo y Rodrigues 2016).

3.1.7.4. Controlador Electrónico de Velocidad (ESC)

El Controlador Electrónico de Velocidad (ESC por sus siglas en inglés) es un componente que controla la velocidad de un motor electrónico mediante la tecnología “PWM” (Modulación por Ancho de Pulso), que controla el ancho de los pulsos que, a altas

frecuencias, generan señales de voltaje mayores o menores. Los datos de entrada son proporcionados por el controlador de vuelo, y el ESC ajusta la velocidad de cada motor para estabilizar la aeronave y permitir que todos giren de forma sincronizada(Cascardo y Rodrigues 2016).

3.1.7.5. Batería

Según Cascardo y Rodrigues (2016) las principales características de una batería que deben considerarse son: carga, velocidad de descarga, número de celdas y peso.

- La carga mide la energía almacenada (amperio-hora).
- La velocidad de descarga, designada como “C”, indica la corriente máxima que puede entregar.
- El número de celdas corresponde a la cantidad de pequeñas baterías internas.

3.1.8. Controlador de vuelo

El acelerómetro y el giroscopio permiten establecer la posición de la aeronave y estabilizarla, mediante una calibración realizada con el software del fabricante de Arduino.

3.2. Tabaco

3.2.1. Origen

El tabaco es tiene su origen en la zona Andina entre Perú y Ecuador, en la cual los primeros cultivos se establecieron hace 5000 años antes de cristo; el consumo del tabaco se encontraba extendido por todo el continente cuando fue colonizado y la mayor parte de sus usos se relacionaban con fumar, aunque también se utilizaba para aspirar por la nariz en forma de rapé; asimismo, el tabaco se mordía, se comía, se lamía, se untaba con yeso, se untaba en el

cuerpo, se utilizaba como colirio y en purgas intestinales. El tabaco fue conocido por los europeos en 1492 con motivo de la aparición de Cristóbal Colón y sus expedicionarios en el Caribe en su viaje más memorable, según el registro del escritor Bartolomé de Las Casas (Joseph y Ledesma 2023).

3.2.2. Clasificación taxonómica

Según (Botánica - Tabacopedia 2015) señala la taxonomía de tal manera:

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Orden: Solanales
- Familia: Solanaceae
- Género: Nicotiana
- Especie: tabacum L.

3.2.3. Características morfológicas

El tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) es una planta anual que en condiciones ambientales favorables puede durar mucho tiempo; se encuentra diversos tipos de tabaco y una gran cantidad de variedades y cultivares con evidentes diferencias; debido a lo cual se le considera una especie polimorfa (Joseph y Ledesma 2023). Posee un sistema radical fibroso y poco profundo, un tallo erecto de consistencia herbácea a ligeramente lignificada y hojas alternas de gran tamaño, cuyas características varían según el tipo, variedad o cultivar. En las axilas foliares pueden desarrollarse brotes laterales o hijos, cuyo crecimiento se ve favorecido tras el desflore. La inflorescencia se forma en el ápice del tallo en forma de racimo, dando lugar a un fruto tipo cápsula que contiene numerosas semillas pequeñas y ligeras

3.2.4. Plagas del tabaco

3.2.4.1. Trips (*Thrips tabaci*)

Los daños son evidentes en el follaje de la planta, ya que se sustenta alimentándose de la planta y obteniendo nutrientes extrayendo la savia de las hojas (Chuya Tonato 2022).

3.2.4.2. Gusano cortador (*Agrotis ipsilon*)

Los daños se observan principalmente en la base de la planta, ya que la larva se alimenta cortando el tallo a nivel del suelo mientras busca obtener nutrientes. Esta acción provoca la caída de plántulas y el debilitamiento del cultivo de tabaco desde sus primeras etapas (Edde 2022).

3.2.4.3. Pulgón verde (*Myzus persicae*)

Comúnmente conocido como pulgón verde del tabaco, es una especie originaria de Asia y se asocia principalmente con la planta huésped *Prunus persica*, donde se reproduce sexualmente. Actualmente, esta especie se distribuye por todo el mundo, excepto en regiones con temperaturas o humedades extremas (Edde 2022).

3.2.4.4. Chinche Lygus (*Lygus lineolaris*)

Pueden dañar cultivos de importancia económica al alimentarse de sus puntos de crecimiento activos, como el meristemo apical y las yemas, y de sus órganos reproductivos, como botones florales, flores, semillas y frutos. El daño a la planta es una combinación del daño mecánico causado por el estilete y los efectos de la saliva, que contiene enzimas que rompen las células vegetales (Holopainen y Hokkanen 2024).

3.2.4.5. Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)

Causa daños directos al alimentarse de la savia e indirectos al transmitir numerosos virus vegetales. Su alta tasa de reproducción y su amplio rango de hospedantes contribuyen a pérdidas sustanciales de rendimiento (Kavallieratos et al. 2024)

3.2.4.6. Picudo (*Trichobaris championi*)

EL adulto se alimenta generalmente de las hojas más nuevas. Sus larvas se desarrollan dentro de los tallos, donde se alimentan del tejido interno, debilitando la planta y reduciendo su crecimiento y rendimiento (Calyecac-Cortero et al. 2005).

3.2.4.7. Chicharrita (*Empoasca kraemeri*)

Tanto ninfas como adultos succionan la savia de las hojas, causando amarillamiento, enrollamiento y un característico “quemado” en los bordes. Este daño reduce la fotosíntesis y afecta la calidad y el rendimiento de la hoja. Su presencia suele incrementarse en condiciones cálidas y secas, por lo que se recomienda monitoreo constante y manejo integrado para su control (Barceló et al. 2024).

3.2.5. Enfermedades del tabaco

3.2.5.1. Virus del Mosaico del Tabaco (TMV)

Es uno de los virus más comunes e importantes en *N. tabacum*, presentando diferentes síntomas i.e. clorosis, oscurecimiento de nervaduras en hojas, moteado, manchas, mosaicos y retraso en el crecimiento (Peña Liberio 2023).

3.2.5.2. **Moho azul (*Peronospora tabacina*)**

El patógeno suele causar lesiones localizadas en las hojas de tabaco, que se presentan como manchas amarillas individuales o en grupos, que a menudo se unen para formar áreas necróticas de color marrón claro. Algunas hojas presentan moho veloso de color gris a azulado en el envés. Las hojas enfermas pueden retorcerse, de modo que el envés se vuelve hacia arriba. En estos casos, el color azulado de las plantas enfermas se vuelve muy visible, especialmente en condiciones de humedad y con abundante esporulación. De ahí el nombre de la enfermedad: moho azul del tabaco (Borrás-Hidalgo et al. 2009).

3.3. **Plátano**

3.3.1. **Origen**

El plátano probablemente se originó en la zona indo-malaya, donde se ha cultivado desde hace miles de años. Desde Indonesia se extendió hacia el sur y el oeste, llegando a Hawái y a la Polinesia. Los comerciantes europeos difundieron noticias sobre este árbol en Europa hacia el siglo III a. C., aunque su introducción no ocurrió hasta el siglo X. Más tarde, en el siglo XVI, los colonizadores portugueses trasladaron la planta desde las plantaciones de África Occidental hasta Sudamérica, específicamente a Santo Domingo (Mena 2019).

3.3.2. **Taxonomía**

Según (Mena 2019) nos brinda una clasificación taxonómica detallada del plátano que consiste en:

Reino: Plantae

División: Angiospermas (Monocotiledóneas)

Orden: Scitamineae

Familia: Musaceae

Género: Musa

Sección: Eumusa

Especies: Musa acuminata y Musa balbisiana

3.3.3. Características morfológicas

El plátano (*Musa spp.*) presenta un sistema radical encargado de la absorción de nutrientes y de la estabilidad de la planta. El tallo verdadero corresponde al rizoma o cormo subterráneo, el cual contiene numerosas yemas, de las que se originan los retoños o “hijos”. A partir del cormo se desarrolla el pseudotallo, conformado por la superposición de las vainas foliares, cuya altura varía según el cultivar y las condiciones de manejo y ambiente. El tallo floral se origina en el cormo y crece a través del pseudotallo hasta dar lugar a la inflorescencia, compuesta por un eje central o pizote, protegido por brácteas que cubren las flores femeninas y masculinas. Las flores femeninas originan el racimo, organizado en manos y dedos, mientras que las flores masculinas no producen fruto.

3.3.4. Plagas en el cultivo de plátano

3.3.4.1. Picudo Negro (*Cosmopolites sordidus*)

Es la plaga más importante que afecta al cultivo del plátano, causando daños graves como el enanismo y amarillamiento de las plantas, la destrucción del cormo y una marcada limitación en su desarrollo (Ramírez H. y Torres E. 2016).

3.3.4.2. Nematodos

Los nematodos fitoparásitos representan un problema fitosanitario relevante en el cultivo de plátano, ya que se asocian con lesiones y deformaciones en las raíces que afectan el desarrollo de las plantas. Para identificar las especies relacionadas con estos síntomas, se analizan raíces provenientes de distintas plantaciones, empleando características morfológicas y, en el caso de *Meloidogyne*, marcadores moleculares. En estos análisis suelen detectarse géneros como *Helicotylenchus*, *Meloidogyne*, *Criconema* y *Radopholus*, los cuales contribuyen al deterioro del sistema radical del cultivo (Lara Posadas et al. 2016).

3.3.4.3. Cochinilla algodonosa (*Pseudococcus* sp.)

Esta plaga es frecuente en el cultivo de banano y se asocia con diversos problemas productivos en sistemas agrícolas de distintas escalas. Además de ocasionar daños físicos en los racimos, actúa como vector de hongos y virus, entre ellos *Capnodium* sp. y el virus del estriado del banano (BSV). Debido a su impacto en la sanidad y rendimiento del cultivo, su manejo resulta esencial (Guillén et al. s. f.).

3.3.4.4. Ácaro rojo (*Tetranychus* spp.)

Es una plaga pequeña que afecta a las musáceas como. Se ubica en el envés de las hojas, donde succiona la savia, causando manchas amarillas que luego se vuelven secas. En infestaciones fuertes, reduce la fotosíntesis y debilita la planta (Pérez et al. 2018).

3.3.5. Enfermedades en plátano

3.3.5.1. Sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola*)

Los daños se manifiestan como una reducción de la superficie foliar, lo que provoca frutos pequeños, con maduración deficiente e incluso caída prematura. La enfermedad comienza con pequeñas manchas amarillas o líneas paralelas a las venas laterales de las hojas; con el paso de los días, estas manchas crecen hasta alcanzar uno o dos centímetros y se vuelven marrones con un centro gris claro (Pérez 2012).

3.3.5.2. Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*)

Se considera una de las enfermedades más importantes que afectan la producción comercial de banano y plátano, ya que provoca pérdidas económicas significativas al reducir tanto el rendimiento del cultivo como la calidad del fruto (María et al. 2012)

3.3.5.3. Mokol o Marchitez Bacterial (*Pseudomonas solanacearum*)

Es un agente causal asociado a una de las enfermedades bacterianas más relevantes a nivel global. Diversos estudios lo señalan como un patógeno de gran importancia debido a su capacidad de afectar severamente múltiples cultivos en regiones templadas y tropicales, donde puede resultar especialmente devastador (Agrícola Veterinario s. f.).

3.3.5.4. Mal de Panamá (*Fusarium oxysporum* f. *Cubense*)

Fusarium oxysporum forma parte de la microbiota fúngica del suelo y se considera un componente natural de la rizosfera. Aunque la mayoría de sus cepas son saprófitas y pueden sobrevivir en materia orgánica, algunas actúan como fitopatógenas, penetran las raíces del hospedante y generan marchitamientos vasculares. Presenta una alta especificidad patógeno–hospedante, lo que ha llevado a la identificación de numerosas formas especiales y razas fisiológicas dentro de la especie (López-Zapata et al. 2019).

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1. Descripción del sitio de la práctica

La empresa Tabaco Maya S. de R.L. está ubicada a una elevación de 505 m.s.n.m. con coordenadas 15°01'34"N 88°50'00"W505 m, su área de influencia abarca cultivos en la zona del Río Chamelecón cruzando por los municipios de Florida, Copán y La Jigua, Copán.



Ubicación Tabaco Maya (Google Maps s. f.)

4.2. Materiales y equipo

Durante el desarrollo de la práctica profesional se utilizaron distintos materiales y equipo: agenda, lápiz, teléfono celular, computadora y demás accesorios propios de la indumentaria como ser botas de hule.

4.2.1. Material vegetal:

El material vegetal en donde se hacen las aplicaciones de agroquímicos haciendo el uso de dron son los cultivos de Tabaco (*Nicotiana tabacum*) empleados para la elaboración de habanos y de plátano (*M. paradisíaca* L) de la variedad curaré enano destinados a la industria.

4.2.2. Equipo utilizado

El dron utilizado en las aplicaciones es el DJI AGRAS T50, el cual integra un avanzado sistema de pulverización de doble atomización, junto con un sistema de esparcido eficiente, lo que lo hace útil tanto para fumigar cultivos.

4.2.3. Productos fitosanitarios

Este apartado dicta el nombre de los productos utilizados en las aplicaciones aéreas de la empresa y señala el objetivo de su aplicación durante la realización de la práctica con la finalidad de mostrar hacia qué van dirigidas con esto determinar las plagas y enfermedades que se contemplan prevenir en plátano, y controlar sobre todo las presentes en el cultivo de tabaco según los monitoreos realizados con el tiempo y las inspecciones en campo.

Tabla 2. *Lista de los agroquímicos utilizados durante el desarrollo de la Práctica Profesional.*

Cultivo	Tipo	Nombre del producto	Ingrediente activo	Familia química	Dosis por área o volumen	Observaciones
Plátano	Fungicida	Impulse 80 EC	Spiroxamine 80%	Morpholinas	0.4 lt/ha ⁻¹	Producto utilizado en el control de Sigatoka negra
	Coadyuvante	TREAT.PLUS			0.25-0.5 mL/L de agua	Regulador de pH del agua empleada en la preparación de mezclas.
	Coadyuvante	Inex-A 27.9 SL			1-4 mL /lt de agua	Surfactante (pegamento) que mejora la dispersión y penetración de agroquímicos en general.
Plátano	Protector solar	Protecsol 5 SL	Silicato de potasio	Silicatos	0.3 lt/ ha ⁻¹	Protector vegetal utilizado para evitar quemaduras por el sol.
Tabaco	Fertilizante foliar	Metalosate Crop-Up			2 lt/ mz ⁻¹	Utilizado para prevenir o corregir deficiencias nutricionales.
Tabaco	Fertilizante foliar	Bayfolan Forte			4 lt/ mz ⁻¹	Complemento a la fertilización del suelo.
Tabaco	Fertilizante foliar	NEWFOL Mg SP			90 g/ mz ⁻¹	Impulsador de la clorofila.

Plátano	Fertilizante foliar	POLIQUEL® MULTI			4-5 lt/ ha ⁻¹	Facilita la penetración y liberación de los nutrientes en la planta.
Plátano	Fungicida	Talon 72 SC	Chlorothalonil 72%	Cloronitrilos	0.75-2.0 lt/ ha ⁻¹	Inhibe el proceso de germinación de la sigatoka negra.
Plátano	Fertilizante foliar	Liquid Feed Calcio Boro			1.50 lt/ ha ⁻¹	Corregir carencias de Calcio y Boro
Plátano	Fungicida	REFLECT 12,5 SC	Isopirazam 12.5%	Carboxamida	0.6 lt/ ha ⁻¹	Control y prevención de sigatoka negra y amarilla.
Plátano	Coadyuvante	SPRAYCOL EM 97 SL			1 lt /200 lt de agua	Utilizad para mejorar adherencia del fungicida.
Plátano	Bioestimulante	NewFol Boro SL			1 lt /200 lt de agua	Estimula el crecimiento y desarrollo de las plantas.
Plátano	Bioestimulante	NewFol F			750 mL/ ha ⁻¹	Estimula la formación de tejidos.
Preparación de tierra	Herbicida	Revolver Plus 54 SL	N-(fosfonometil) glicina 54%	Organofosfonatos	2 lt/ ha ⁻¹	Preparación de tierra previo a labranza.
	Coadyuvante	Break Thru	Polymethylsiloxane 100%	Polyether	50-100 mL/ 200 lt de agua	Disminuye tensión superficial del agua.
Tabaco	Fungicida	Trivia 72,7 WP	Propineb: 667 g/Kg Fluopicolide: 60 g/Kg.	Fungicida grupo M03 y 43	0.6 Kg/ mz ⁻¹	Utilizado para el control y prevención de moho azul.
Tabaco	Insecticida	Volpix 30 OD	Spirotetramat, Pymetrozine	Ácido Tetrámico, Piridina	0.4 lt/ mz ⁻¹	Control de insectos chupadores.
Tabaco	Fungicida	SERENADE 1.36 SC	<i>Bacillus subtilis</i> QST713		1-2 lt/ mz ⁻¹	Control de moho azul.

Tabaco	Fertilizante foliar	Liquid Feed Aminoácidos			1 lt/ ha ⁻¹	Favorece el crecimiento radicular y absorción de nutrientes.
Plátano	Fungicida	Banazeb 60 SC	Mancozeb		2 lt/ ha ⁻¹	Control y prevención de sigatoka negra y amarilla.
Plátano	Insecticida	Oberon Speed 24 Sc	Abamectin + Spiromesifen / 11.4+228.6 g/L		0.5 lt/ ha ⁻¹	Control de insectos y ácaros presentes en los racimos.
Plátano	Fertilizante foliar	Luquid Feed potasio			1 lt/ ha ⁻¹	Suministra potasio para las etapas de formación y llenado de frutos.
Tabaco	Insecticida	Ampligo	10 g Clorantianilprole 5 g Lambdacialotrina	Diamida, Piretroide	125 CC/ ha ⁻¹	Utilizado en el control de Lepidopteros.
Tabaco	Fungicida	SLATUN 68.75 SC	Propamocarb y Fluopicolide 687.5 g/L.	Carbamatos y Benzamidas	0.98 – 1.25 lt/ mz ⁻¹	Utilizado en el control y prevención de moho azul.
Tabaco	Fertilizante foliar	Ultra Fert			1.0 – 1.4 lt/ mz ⁻¹	Aporta Macronutrientes
Plátano	Fungicida	SEEKER 75 EC	Fenpropidin:1-[(RS)-3-(4-ter-butilfenil)-2-metilpropil]-piperidina 81.78%	Piperidinas	0.5 lt/ ha ⁻¹	Tratamiento para la sigatoka negra
Tabaco	Insecticida	Connect 11,25 SC	Imidacloprid 10% Beta-cifrutlina 1,25%	Neonicotinoides, Piretroides	0.5 lt/ ha	Control de insectos chupadores

^{1/}Productos e información recopilada acerca de estos.

4.3. Método

4.3.1. Presentación

La práctica profesional se desarrolló en la empresa Tabaco Maya S. de RL. Durante el primer periodo académico del 2026, del 19 de enero al 11 de abril, con una duración mínima de 600 horas. Durante este tiempo se participó activamente en actividades relacionadas al manejo de los agroquímicos propios de las aplicaciones en donde se utilizó dron agrícola, como ser la estimación del rendimiento operativo del equipo, definición de los parámetros de vuelo según la finalidad, así como también la determinación de las principales plagas y enfermedades a través del registro de los productos utilizados en cada uno y siendo el caso del cultivo de Tabaco monitoreos constantes de las parcelas ya que las aplicaciones en el cultivo de plátano son más preventivas.

4.3.2. Acompañamiento en las actividades relacionadas con la aplicación de productos

Se acompañó al personal de la empresa en las actividades durante las aplicaciones, preparación de las mezclas, llenado de tanque del equipo, cambio de batería, recarga de las baterías y tomar nota de los parámetros que se utilizaron en base al cultivo y de los tiempos que tardaban en llevarse a cabo cada una de las actividades relacionadas al dron.

4.3.3. Aplicación de los productos

Planificación del vuelo

Previo a la aplicación de los productos se planificaban en que consistirían los vuelos así para determinar los parámetros operativos del dron se tomaba en cuenta aspectos como ser el área y el momento en que se realizaban las aplicaciones y el cultivo al que iba dirigido. Para estimar el área a tratar y el consumo de agua en el sitio; se hizo uso de waypoints o marcación

de puntos utilizando el control remoto de la aeronave, cada uno de los puntos se marcaba directamente en campo utilizando las funciones de posición actual integradas al control.

Ajuste de velocidad y altura

Para el ajuste de la velocidad o altura a la que sobrevolará el equipo se considera el cultivo al cual va dirigida la aplicación, no recomendable sobrevolar a una altura inferior a los tres metros sobre el cultivo de plátano debido a que la aeronave no cubre en su totalidad el área de la planta y entre cuatro a seis en el caso de aplicaciones hechas en el cultivo de tabaco porque la planta al alcanzar una altura considerable tiende a acostarse por la fuerza del aire ejercida por el equipo.

El viento influye directamente en la deriva de las gotas y en la uniformidad de la aplicación. Se ha demostrado que a mayor altura de vuelo, las gotas permanecen más tiempo en el aire, aumentando su susceptibilidad al desplazamiento por efecto del viento, lo que reduce la eficiencia de deposición. Asimismo, velocidades de viento elevadas incrementan significativamente la pérdida de producto fuera del área objetivo. Por ello, se recomienda trabajar a alturas intermedias (entre tres y seis metros sobre el dosel del cultivo), que permiten un equilibrio entre cobertura y reducción de deriva, considerando además las corrientes de aire generadas por el propio dron durante la aplicación (Perez Lapid et al. 2026).

4.3.4. Registro de datos para determinar el rendimiento operativo

La recolección de datos fue la actividad más importante de este Trabajo Profesional Supervisado y se hizo a través de observación directa, documentando el desarrollo de actividades, permitiendo observar el estado sanitario de las parcelas de tabaco y las aplicaciones de tipo preventivas en plátano así como los parámetros de vuelo. **Registrar:** Área aplicada, Volumen usado, Tiempo total por cada momento de la actividad, producto aplicado y parámetros utilizados al momento de realizar la aplicación. Esto ayuda a elaborar tablas, cálculos de eficiencia o rendimiento.

4.3.5. Monitoreo de plagas y enfermedades

El monitoreo de plagas o enfermedades se prioriza dentro de la empresa para el cultivo de tabaco (por ende es del cual se tomaron y registraron mayor cantidad de datos de las plagas y enfermedades presentes) debido a que el cultivo de plátano va dirigido en este caso a la industria por ello se actúa más en aplicaciones preventivas. Este consistió en hacer revisiones de las parcelas para así determinar los productos que se utilizarían pero más que todo la identificación de las plagas o enfermedades presentes, haciendo una inspección a las plantas y con conocimiento previo de las plagas de las cuales se han tenido registro en las plantaciones.

El método empleado al momento de monitorear la incidencia de plagas o enfermedades presentes en las parcelas de tabaco consistió en un esquema en Zigzag, para esto primero se divide la parcela en tres lotes o subparcelas de menor área de los cuales se obtuvieron cinco muestras en cada uno de ellos, para obtener un total de quince muestras significativas dentro de la parcela.

Para hacer la distribución donde se obtendrá cada muestra, se cuenta el número total de hileras en toda la parcela, se restan cinco de cada extremo lateral, este total irá dividido entre 15 para obtener el intervalo de hileras que irán entre muestra dentro de los lotes, una vez hecho eso se determina un punto de partida dentro de la parcela desde una esquina. Al realizar monitoreos de plagas y enfermedades en las parcelas es importante considerar el lugar de inicio entre cada uno de ellos el cual debe ser a esquina contraria al anterior para volver los datos más verídicos y con el menor error posible.

Tabla 3. Esquema de las parcelas al momento de realizar monitoreos de plagas y enfermedades.

B	Lote 1	Lote 2	Lote 3	B

Nota: Esquema de monitoreo utilizado en las parcelas en donde los coloreados indican el total de muestras siendo los de color verde los puntos de partida.

Para obtener un porcentaje de incidencia en las muestras se realizó un conteo de las plantas en diez metros lineales por punto o muestra y número de plantas afectadas por cualquiera que fuere la plaga o enfermedad para obtener un promedio general de las plagas o enfermedades presentes en el lote.

Para realizar el cálculo del porcentaje de incidencia se utiliza la fórmula

$$\% \text{ Incidencia} = (\text{Plantas afectadas} / \text{Total de plantas evaluadas}) * 100$$

Una vez obtenido el porcentaje por cada muestra; se calcula un promedio total entre las 15 muestras, obteniendo el dato de la parcela en sí.

4.4. Metodología utilizada

4.4.1. Determinación de las principales plagas y enfermedades en los cultivos

Para determinar las principales plagas y enfermedades presentes en los cultivos de tabaco y plátano de la empresa, se realizaban recorridos en las áreas de producción, observando de manera general el estado fitosanitario de las plantas. Estas inspecciones se llevaron a cabo durante las actividades normales de campo, prestando atención a los síntomas visibles de daño en el follaje y otras partes de la planta.

Siendo complementario para el cultivo de tabaco al monitoreo ya planteado. La evaluación como tal para ambos cultivos consistió en la revisión visual de plantas de forma aleatoria, sin aplicar un esquema de muestreo complejo, con el fin de identificar la presencia de plagas o enfermedades y diferenciar posibles daños causados por factores bióticos y abióticos. Aclarar que en el caso del cultivo de plátano no se usaban monitoreos debido a que su producción va destinada a la industria y requiere de un cuidado más preventivo que minucioso como en el caso de tabaco que requiere de pronta acción y correcta identificación de los problemas porque podría verse afectado la calidad y estado de la hoja.

4.4.2. Dosificación de los productos

Una vez especificados los parámetros operativos del dron se recurre a ver los panfletos de los productos, los cuales indican las dosis, se tomó nota de las dosis por producto empleadas en base al volumen o al área a tratar (**Tabla 2**). El personal encargado estimaba el total de producto.

4.4.3. Determinar el rendimiento

Cálculo del Área de Pulverización por vuelo

Se utiliza la fórmula de: $\text{Área} = \text{Longitud} \times \text{Anchura}$

Para obtener un estimado existe la fórmula en donde: $\text{Longitud de vuelo (m)} = \text{Velocidad de vuelo (m/s)} \times \text{Tiempo de vuelo (s)}$

Ancho de pulverización (m): Esta va expresada en metros y la dicta la configuración que se le haga desde el control remoto hacia el dispositivo.

Rendimiento del equipo

$\text{Rendimiento} = \text{Área de pulverización para un solo vuelo} \times \text{Número de vuelos por hora}$

Para calcular el número de vuelos por hora apoyarse de la fórmula:

Vuelos por hora:

$$\frac{60 \text{ (min)} - \text{tiempo de transporte (min)}}{\text{Tiempo de entrada y salida del recorrido} + \text{Tiempo de pulverización} + \text{Tiempo de llenado de líquido} / \text{cambio de batería}}$$

Tiempo de aplicación

El tiempo de aplicación es el resultado de obtener el rendimiento operativo del equipo y relacionarlo al área total que se trató. La fórmula para realizarlo es dividir el área de la parcela entre el rendimiento que arrojó el equipo en dicho momento.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Determinación de plagas y enfermedades

Para el cultivo de tabaco se procede al registro e interpretación de los datos obtenidos en los monitoreos. El estado de las plantas al momento de hacer el monitoreo se basa en el nivel de afectación que tiene la planta y si se apreció al insecto en cantidad por cada planta, por ello ha de clasificarse en alta, baja y nula (en el caso de desaparecer completamente posterior a alguna de las aplicaciones usando el dron). El nombramiento de las parcelas de tabaco fue para una parcela de 3.5 hectáreas se le llamó Lote 1 y la otra de un aproximado de 2.45 hectáreas Lote 2

Tabla 4. Problema fitosanitario y porcentaje de incidencia registrado en monitoreos pre-aplicación.

AÑO 2026				
Fecha	Parcela	Plaga o enfermedad	% De incidencia	Nivel de afectación
21/01	Lote 1	Moho azul (<i>Peronospora tabacina</i>)	12.46 %	Alta
19/02	Lote 1	Chinche Lygus (<i>Lygus lineolaris</i>)	4.76 %	Alta
		Trips (<i>Thrips tabaci</i>)	0.78 %	Baja
		Picudo (<i>Trichobaris championi</i>)	0.2469 %	Baja
		Moho azul (<i>Peronospora tabacina</i>)	2.56 %	Alta
		Gusano (<i>Agrotis ipsilon</i>)	0.2469 %	Baja

07/03	Lote1	Chinche Lygus (<i>Lygus lineolaris</i>)	2.96 %	Alta
		Picudo (<i>Trichobaris championi</i>)	1.68 %	Alta
	Lote 2	Chicharrita (<i>Empoasca kraemeri</i>)	0.49 %	Baja
		Chinche Lygus (<i>Lygus lineolaris</i>)	8.37 %	Alta
		Moho azul (<i>Peronospora tabacina</i>)	1.54 %	Baja
26/03	Lote 2	Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	2.55 %	Alta
		Chinche Lygus (<i>Lygus lineolaris</i>)	1.91 %	Baja
		Pulgón verde (<i>Myzus persicae</i>)	0.54 %	Baja
		Picudo (<i>Trichobaris championi</i>)	0.41%	Baja
		Gusano (<i>Agrotis ipsilon</i>)	0.69 %	Baja
		Chicharrita (<i>Empoasca kraemeri</i>)	1.24 %	Baja

Nota: Datos obtenidos una vez realizados monitoreos en campo previo a la aplicación de agroquímicos.

Tabla 5. Problema fitosanitario y porcentaje de incidencia registrados en monitoreos post-aplicación.

AÑO 2026				
Fecha	Parcela	Plaga o enfermedad	Incidencia	Nivel de afectación
02/02	Lote 1	Moho azul (<i>Peronospora tabacina</i>)	0.89 %	Baja
27/02	Lote 1	Chinche Lygus (<i>Lygus lineolaris</i>)	0.00 %	Nula

		Trips (<i>Thrips tabaci</i>)	0.00 %	Nula
		Picudo (<i>Trichobaris championi</i>)	0.00 %	Nula
		Moho azul (<i>Peronospora tabacina</i>)	2.10 %	Alta
		Gusano (<i>Agrotis ipsilon</i>)	2.96 %	Alta
12/03	Lote 1	Chinche Lygus (<i>Lygus lineolaris</i>)	0.44 %	Baja
		Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	1.12 %	Baja
		Gusano (<i>Agrotis ipsilon</i>)	0.22 %	Baja
		Picudo (<i>Trichobaris championi</i>)	0.00 %	Nula
	Lote 2	Chicharrita (<i>Empoasca kraemeri</i>)	0.00 %	Nula
		Chinche Lygus (<i>Lygus lineolaris</i>)	1.70 %	Baja
		Moho azul (<i>Peronospora tabacina</i>)	0.00 %	Nula
11/04	Lote 2	Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	0.30 %	Baja
		Chinche Lygus (<i>Lygus lineolaris</i>)	0.27 %	Baja
		Pulgón verde (<i>Myzus persicae</i>)	0.00 %	Nula
		Picudo (<i>Trichobaris championi</i>)	0.25 %	Baja
		Gusano (<i>Agrotis ipsilon</i>)	0.00 %	Nula
		Chicharrita (<i>Empoasca kraemeri</i>)	0.00 %	Nula

Nota: Datos obtenidos una vez realizados monitoreos en campo posterior a la aplicación de agroquímicos

Incidencia de los problemas fitosanitarios previamente y posteriormente a las aplicaciones.

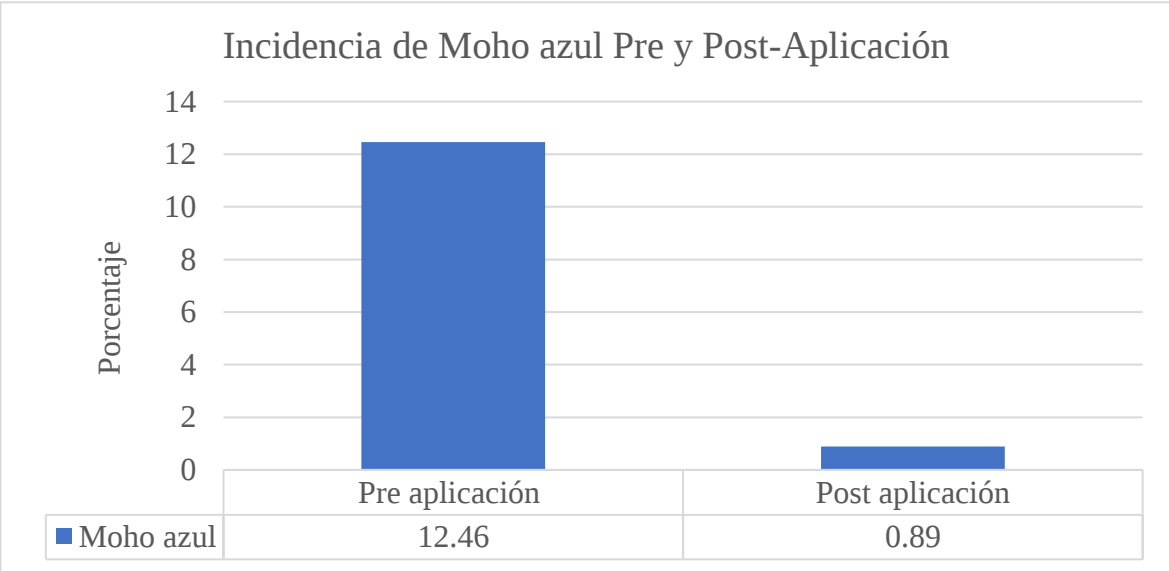
Tabla 6. Comparación de los resultados para la aplicación realizada el 22 de enero.

Aplicación del 22 de enero		
Problema fitosanitario	% Pre aplicación	% Post aplicación
Moho azul	12.46	0.89
Fecha de realización del monitoreo	21 de enero	02 de febrero

Nota: Datos obtenidos en los monitoreos pre y post aplicación para la determinación de incidencia.

La **Tabla 5** indica que la aplicación realizada el 22 de enero demuestra efectividad, basada en los resultados obtenidos en los monitoreos correspondientes al 21 de enero y 02 de febrero ya que logró bajar la presencia del Moho azul de un 12.46% a un 0.89%.

Gráfico 1. Resultados obtenidos para la aplicación del día 22 de enero



Nota: Reflejo de los resultados obtenidos en monitoreos pre y post aplicación.

En el **Gráfico 1** se aprecia la baja de la incidencia después de la aplicación, lo que confirma la efectividad de la aplicación realizada con el dron.

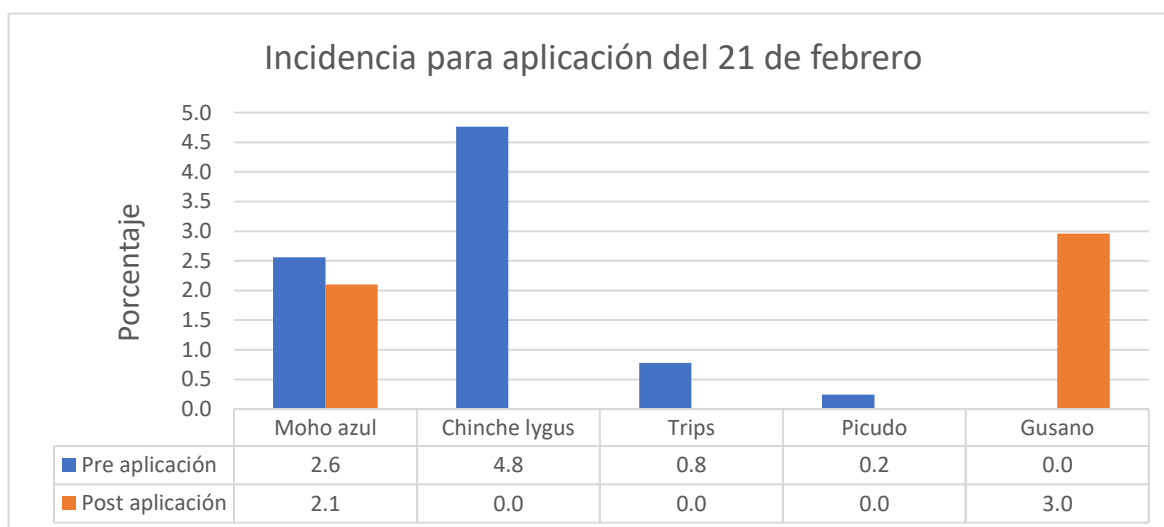
Tabla 7. Comparación entre resultados para la aplicación realizada el 21 de febrero.

Aplicación del 21 de febrero		
Problema fitosanitario	% Pre aplicación	% Post aplicación
Moho azul	2.56	2.10
Chinche Lygus	4.76	0
Trips	0.78	0
Picudo	0.2469	0
Gusano	0.2469	2.96
Fecha de realización del monitoreo	19 de febrero	27 de febrero

Nota: Datos obtenidos en los monitoreos pre y post aplicación.

Se observa una reducción significativa en la incidencia de la mayoría de los problemas fitosanitarios tras la aplicación del 21 de febrero. Destaca el control total (0% de incidencia) de la Chinche lygus, la cual presentaba el nivel más alto previo al tratamiento con un 4.76%, así como de los Trips y el Picudo. En el caso del Moho azul, se registró una disminución leve, pasando del 2.56% al 2.10%. Sin embargo, se identifica un incremento atípico en la presencia de Gusano, cuya incidencia se elevó del 0.2469% al 2.96% en el monitoreo del 27 de febrero, convirtiéndose en el principal problema tras la aplicación (Ver **Tabla 6**).

Gráfico 2. Resultados obtenidos en base a la aplicación del 21 de febrero.



Nota: Reflejo de los resultados obtenidos en monitoreos pre y post aplicación.

La eficacia del tratamiento fue contundente para el control de insectos chupadores (Chinche, Trips y Picudo), lo que sugiere que la aplicación fue adecuada para estas plagas específicas. Asimismo, la reducción marginal del Moho azul indica que las condiciones ambientales pudieron favorecer su persistencia o que la presión del patógeno fúngico demanda un refuerzo en la estrategia de control sanitario o dirigirse a este de manera individual. El incremento de la población de gusano puede deberse a la eliminación de la competencia directa de otras plagas con mayor población, lo cual significa una reducción en la competencia y un incremento en el espacio para el gusano (Mainwaring y Hartley 2019).

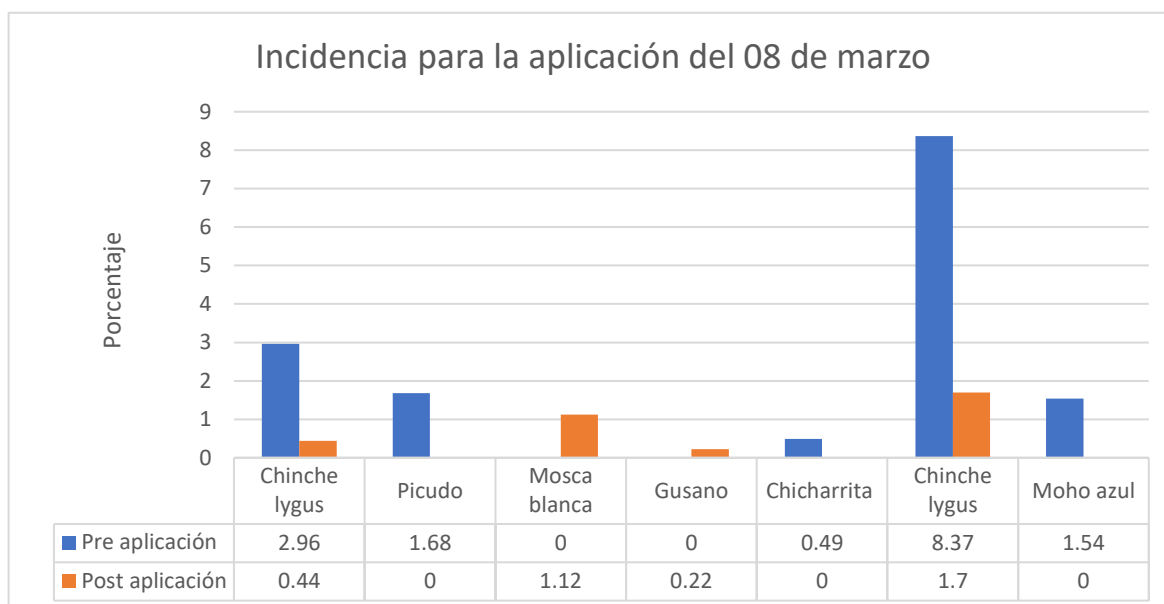
Tabla 8. Comparación entre resultados para la aplicación realizada el 08 de marzo

Aplicación del 08 de marzo			
Lote	Problema fitosanitario	% Pre aplicación	% Post aplicación
Lote 1	Chinche lygus	2.96	0.44
Lote 1	Picudo	1.68	0
Lote 1	Mosca blanca	0	1.12
Lote 1	Gusano	0	0.22
Lote 2	Chicharrita	0.49	0
Lote 2	Chinche lygus	8.37	1.7
Lote 2	Moho azul	1.54	0
	Fecha de realización del monitoreo	07 de marzo	12 de marzo

Nota: Datos obtenidos en los monitoreos pre y post aplicación.

La aplicación realizada el 08 de marzo mostró una alta efectividad en el control de diversas plagas, especialmente en el Lote 2, donde la Chinche lygus se redujo drásticamente de un 8.37% a un 1.7%, y el Moho azul se eliminó por completo (0%). En el Lote 1, se logró el control total del Picudo (del 1.68% al 0%) y de la Chicharrita en el Lote 2. Sin embargo, tras la aplicación se detectó la aparición de nuevas plagas que no estaban presentes en el monitoreo previo del 07 de marzo: la Mosca blanca con un 1.12% y el Gusano con un 0.22%, ambos localizados en el Lote 1 (Ver **Tabla 7**).

Gráfico 3. Resultados obtenidos en base a la aplicación del 08 de marzo.



Nota: Reflejo de los resultados obtenidos en monitoreos pre y post aplicación.

Los resultados demuestran que la aplicación fue exitosa para reducir las poblaciones dominantes de Chinche lygus y erradicar problemas de Moho azul, no obstante, la aparición de Mosca blanca y Gusano en el monitoreo del 12 de marzo sugiere un cambio en la dinámica poblacional de plagas en el cultivo debido a la eliminación de otras plagas con las cuales se competía espacio.

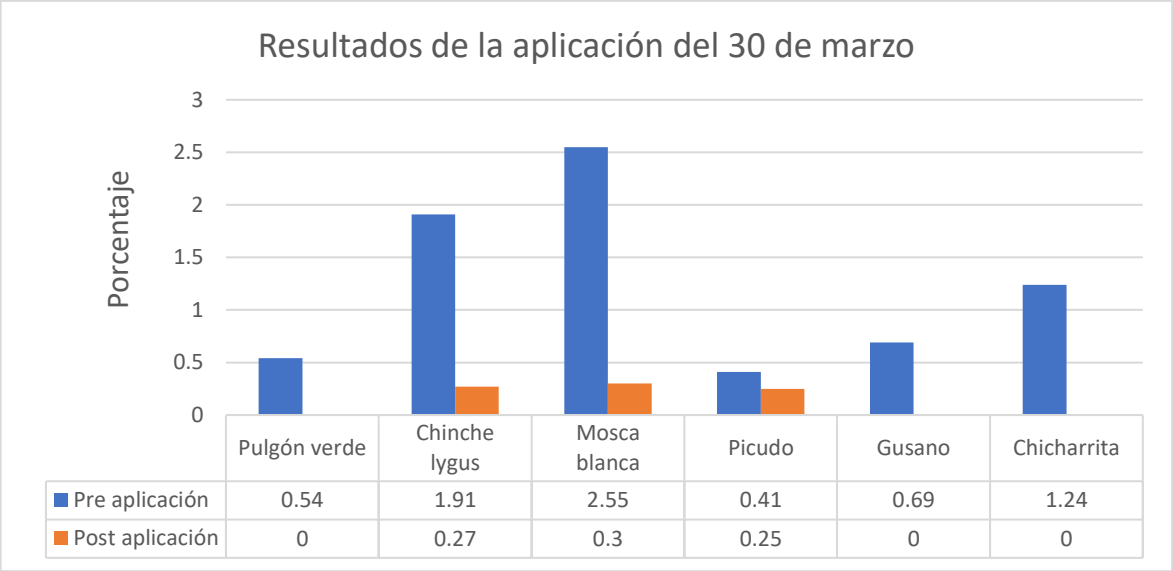
Tabla 9. Comparación entre resultados para la aplicación realizada el 30 de marzo.

Aplicación del 30 de marzo		
Problema fitosanitario	% Pre aplicación	% Post aplicación
Pulgón verde	0.54	0.00
Chinche lygus	1.91	0.27
Mosca blanca	2.55	0.30
Picudo	0.41	0.25
Gusano	0.69	0.00
Chicharrita	1.24	0.00
Fecha de realización del monitoreo	26 de marzo	11 de abril

Nota: Datos obtenidos en los monitoreos pre y post aplicación.

La aplicación realizada el 30 de marzo logró una reducción generalizada en el porcentaje de incidencia a los problemas presentes en la parcela como el control total (0.00% de incidencia) del Pulgón verde, el Gusano y la Chicharrita, los cuales presentaban incidencias previas de hasta el 1.24%. Asimismo, la Mosca blanca, que representaba la mayor presión fitosanitaria antes de la aplicación con un 2.55%, se redujo a un 0.30%. Por su parte, la Chinche lygus y el Picudo también mostraron descensos significativos, alcanzando niveles de 0.27% y 0.25%, respectivamente, para el monitoreo del 11 de abril.

Gráfico 4. Resultados obtenidos en base a la aplicación del 30 de marzo



Nota: Reflejo de los resultados obtenidos en monitoreos pre y post aplicación.

La erradicación del Gusano y la Chicharrita en este periodo es un indicador positivo del resultado de la aplicación. Cabe destacar que, a diferencia de aplicaciones anteriores, en este ciclo no se observaron resurgimientos ni apariciones de nuevas plagas tras el tratamiento. No obstante, la persistencia mínima de la Mosca blanca y la Chinche lygus señala la importancia de no desistir en los monitoreos, ya que estos niveles residuales podrían servir como focos de reinfestación.

5.2. Parámetros operativos del equipo

Durante la realización de la práctica se registraron los parámetros operativos definidos por la empresa a conforme se realizaban en campo las aplicaciones, estos ajustes se realizaban desde el control remoto del dispositivo

Tabla 10. Parámetros operativos registrados.

Cultivo	Parámetro	Valor establecido	Condición
Tabaco	Velocidad de vuelo	5.5 - 6.5 m/s	Influenciada por la hora durante el día menor velocidad, a causa del viento el cual ocasiona mayor deriva.
	Altura sobre el cultivo	4.0 - 6.0 m	El tabaco requiere una altura superior a los cuatro metros en la mayoría de casos por el volteo de las plantas en alturas inferiores a esta.
	Ancho de franja	5.5 m	Se ve influido por la densidad y morfología del cultivo, en tabaco influye en una aplicación más precisa debido a que estas plantaciones se consideran más cerradas.
	Tamaño de gota	250 – 400 μm	El tamaño de la gota depende del tipo de aplicación si es sistémica 250 – 300 μm o de contacto 300 μm - 400 μm .
	Tasa de aplicación	30 L/ha	La tasa de aplicación para el tabaco debe de ser alrededor de 30 L/ ha para asegurar una buena penetración del producto en una planta cuya morfología la vuelve cerrada y con partes difíciles de cubrir, así

			mejorando la eficacia de los tratamientos reduciendo las áreas sin cobertura de la aplicación del producto.
Plátano	Velocidad de vuelo	5.5 - 6.5 m/s	Influenciada por la hora durante el día la velocidad tiene que ser menor, por el viento que ocasiona mayor deriva, en aplicaciones por la noche se dispone de mayor velocidad para el accionar del equipo.
	Altura sobre el cultivo	2.8 – 3.5 m	La altura sobre el cultivo de plátano está influenciada por la temperatura al momento de realizar las aplicaciones, mayor temperatura implica que la aeronave tiene que estar más cerca del objetivo temperaturas superiores a 26° C implican que el dron esté a una altura menor a los 3.5 m para evitar volatilización.
	Ancho de franja	6.0 m	El ancho de franja va dirigido al diámetro de la planta en plátano es mayor en comparación al cultivo de tabaco.
	Tamaño de gota	250 – 400 μm	El tamaño de la gota depende del tipo de aplicación si es sistémica 250 – 300 μm o de contacto 300 μm - 400 μm .
	Tasa de aplicación	20-25 L/ha	Esta tasa de aplicación permite cubrir más área por unidad de tiempo (ha/hora), porque este se siembra en mayor área.

Nota: *Parámetros empleados de acuerdo a las condiciones del cultivo o al que va dirigido.*

5.3. Estimación del rendimiento del equipo

El cálculo del rendimiento del equipo permite saber la capacidad real de trabajo del dron durante las aplicaciones, pudiendo identificar cómo este se comporta en base al área o al cultivo que se está dirigiendo la aplicación. Así como también estimar el tiempo que se dedicó a la tarea en total.

Tabla 11. Rendimiento operativo.

Fecha	Cultivo	Área (ha)	Área de pulverización por vuelo (ha)	Rendimiento (ha/ hora)	Tiempo total (horas)
20/01	Plátano	3	1.42	5.97	0:30
22/01	Tabaco	3.5	1.05	4.64	0:45
26/01	Plátano	9	1:46	7.49	1:12
04/02	Plátano	13.5	1.44	6.96	1:56
05/02	Plátano	7	1:40	5.69	1:13
09/02	Plátano	9	1.42	6.49	1:23
14/02	Preparación	4	1.59	6.29	0:38
17/02	Preparación	4.4	1.51	5.96	0:44
21/02	Tabaco	3.5	1.08	4.23	0:49
26/02	Plátano	13.5	1.55	6.19	2:10
28/02	Tabaco	3.5	1.01	4.70	0:44
08/03	Tabaco	2.45	1.22	6.36	0:23
22/03	Plátano	13.5	1.75	7.66	1:45
23/03	Tabaco	3.5	1.39	4.54	0:46
30/03	Tabaco	2.45	1.06	4.08	0:36

Nota: Información obtenida a partir de los cálculos de rendimiento y datos obtenidos en campo

Comparación del rendimiento operativo del dron en promedio por cultivo.

El rendimiento operativo del dron es influenciado por las tasa de aplicación que demanda cada cultivo, siendo mayor tasa de aplicación en el tabaco ya que se requiere una mejor cobertura sobre la superficie foliar de cada planta, debido a que la calidad de la hoja es factor determinante en su valor comercial y es su órgano a cosechar, en contraste al cultivo de plátano el cual va destinado a industria y presenta una menor exigencia en la cobertura, permitiendo tasas de aplicación menores.

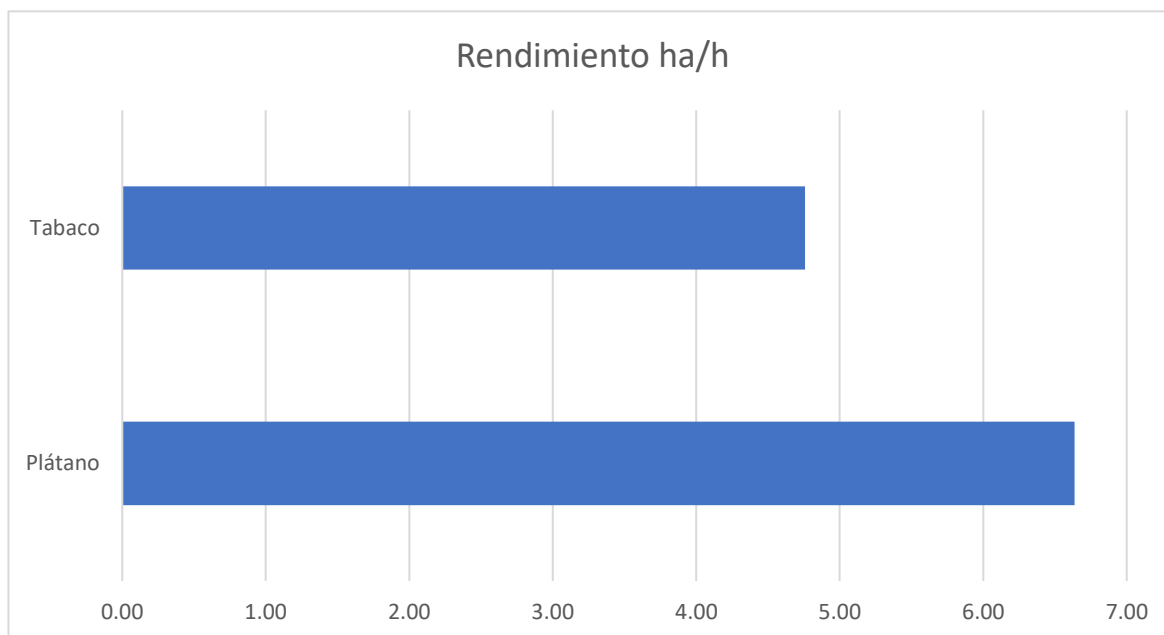
Tabla 12. *Rendimiento operativo promedio por cultivo*

Cultivo	Rendimiento ha/hora
Plátano	6.64
Tabaco	4.76

Nota: Promedios obtenidos de la **Tabla10**

El dron presento rendimientos superiores (ha/hora) para el cultivo de plátano debido a su baja tasa de aplicación en comparación a la del tabaco. En las aplicaciones destinadas al cultivo de tabaco una tasa de aplicación mayor incrementa la frecuencia de recargas y tiempo en preparación del equipo, esto reduce el área cubierta por vuelo y minimiza el rendimiento operativo del dron.

Gráfico 5. Rendimiento operativo ha/hora



Nota: Datos obtenidos a partir de la *Tabla 10*.

El gráfico muestra visualmente la diferencia tan marcada entre el rendimiento del dron para ambos cultivos siendo para el cultivo de plátano mayor en términos de rendimiento operativo por su baja exigencia en la cobertura total y la menor tasa de aplicación que esto conlleva, a diferencia del cultivo de tabaco el cual requiere de una aplicación más completa y uniforme de las hojas, lo cual incrementa la tasa de aplicación y reduce la cantidad de hectáreas cubiertas por hora. Estos resultados muestran que las aplicaciones con dron para el cultivo de plátano permiten una mayor eficiencia del trabajo del equipo entre vuelos (llenado del tanque y tiempo por vuelo) para una mayor área cubierta en menos tiempo.

VI. CONCLUSIONES

Se logró identificar las principales plagas y enfermedades presentes en los cultivos de tabaco y plátano de la empresa, destacando en tabaco problemas como moho azul (*Peronospora tabacina*), chinche Lygus (*Lygus lineolaris*), mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y gusano cortador (*Agrotis ipsilon*), mientras que en plátano las aplicaciones estuvieron orientadas principalmente al manejo preventivo de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*).

Se establecieron parámetros operativos del dron de acuerdo con las características de cada cultivo y las condiciones ambientales presentes durante las aplicaciones, definiendo ajustes de velocidad, altura, ancho de franja, tamaño de gota y tasa de aplicación que favorecieron una mejor cobertura y eficiencia en las parcelas de tabaco y plátano.

El análisis del rendimiento operativo permitió determinar que el dron alcanzó mayor eficiencia en el cultivo de plátano, con un promedio de 6.64 ha/h, en comparación con 4.76 ha/h en tabaco, debido principalmente a diferencias en densidad, morfología y tasa de aplicación requerida por cada cultivo, demostrando que las condiciones del cultivo influyen directamente en el desempeño del equipo.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda fortalecer el monitoreo continuo de plagas y enfermedades, especialmente después de cada aplicación, con el fin de detectar oportunamente la aparición de nuevas infestaciones o posibles reinfestaciones, como se observó en algunos casos con el gusano y la mosca blanca. Este seguimiento permitirá tomar decisiones más precisas y ajustar las estrategias de control de manera oportuna.

Es importante optimizar la selección de productos fitosanitarios de acuerdo con el tipo de plaga o enfermedad presente, evitando aplicaciones generales y promoviendo un manejo más dirigido, especialmente en casos donde se observó persistencia o incremento de ciertos problemas fitosanitarios.

También se recomienda implementar registros más detallados de las condiciones ambientales durante cada aplicación, ya que estos factores influyen directamente en la efectividad del tratamiento y en el rendimiento operativo del equipo.

Finalmente, se aconseja continuar promoviendo el uso de drones como herramienta de agricultura de precisión, complementándolos con prácticas de manejo integrado de plagas, con el fin de lograr una producción más eficiente, sostenible y con menor impacto ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

- ADVEXURE. 2025. Drones de pulverización vs. pulverización tradicional de cultivos | Advexure (en línea, sitio web). Consultado 12 ene. 2026. Disponible en <https://advexure.com/blogs/news/spray-drones-vs-traditional-crop-spraying-which-is-more-effective>.
- Agrícola Veterinario, M. s. f. AISLAMIENTO, IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL AGENTE CAUSAL DEL MOKO DEL PLÁTANO, *Ralstonia solanacearum* RAZA 2, PROVENIENTE DE PLANTACIONES AFECTADAS EN COLOMBIA. EDUARDO AUGUSTO GÓMEZ CALVO TRABAJO DE GRADO Presentado como requisito parcial Para op.... Consultado 24 nov. 2025.
- AGRIFLY. 2025. Drones vs. aviones vs. pulverizadoras terrestres: comparativa de costos y efectividad | AgriFly | AgriFly (en línea, sitio web). Consultado 21 ene. 2026. Disponible en <https://www.agrifly.com.ar/blog/drones-vs-aviones-vs-pulverizadoras>.
- Barceló, AM; Sánchez, AV; <https://dialnet.unirioja.es/servlet/autor?codigo=1988416>; <https://dialnet.unirioja.es/servlet/autor?codigo=6615230>. 2024. Manejo de *Empoasca kraemeri* (Ross y More) (Hemiptera: Cicadellidae) y carga tóxica en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*, Lin.) Drive of *Empoasca kraemeri* (Ross and More) (Hemiptera: Cicadellidae) and toxic load in the cultivation of the bean (Phaseolus vulgaris, Lin.) (en línea). Ojeando la Agenda, ISSN 1989-6794, N°. 92 (Noviembre 2024), 2024 (92):6. Consultado 20 abr. 2026. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9788885&info=resumen&idioma=ENG>.
- Borrás-Hidalgo, O; Thomma, BPHJ; Silva, Y; Chacón, O; Pujol, M. 2009. Tobacco blue mould disease caused by *Peronospora hyoscyami* f. sp. *tabacina* (en línea). Molecular Plant Pathology 11(1):13. DOI: <https://doi.org/10.1111/J.1364-3703.2009.00569.X>.
- Botánica - Tabacopedia. 2015. (en línea, sitio web). Consultado 14 nov. 2025. Disponible en <https://tabacopedia.com/es/tematicas/bot%C3%A1nica/>.

- Calderone, G; Ferro, MV; Catania, P. 2025. A systematic literature review on recent unmanned aerial spraying systems applications in orchards (en línea). *Smart Agricultural Technology* 10:100708. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.ATECH.2024.100708>.
- Calyecac-Cortero, HG; Cibrián-Tovar, J; López-Collado, J; García-Velasco, R. 2005. Aprobado: Mayo. Publicado como ARTÍCULO en *Agrociencia* 40:655-663. Consultado 20 abr. 2026.
- Cascardo, H; Rodrigues, F. 2016. UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE TCE-Escola de Engenharia PROJETO DE CONSTRUÇÃO UM DRONE HEXACÓPTERO Autor: Orientador. . Consultado 22 nov. 2025.
- Chuya Tonato, KM. 2022. Efecto de extractos vegetales en el control de trips (*Frankliniella occidentalis*), en condiciones de laboratorio, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, 2022. (en línea). s.l., Ecuador : Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC). Consultado 23 nov. 2025. Disponible en <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/9447>.
- Edde, PA. 2022. Arthropod pests of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). *Field Crop Arthropod Pests of Economic Importance* :2-73. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818621-3.00010-0>.
- Fortune Business Insights. 2026. Tamaño y participación del mercado de pulverizadores agrícolas | Tendencias del sector, 2030 (en línea, sitio web). Consultado 12 ene. 2026. Disponible en <https://www.fortunebusinessinsights.com/agricultural-sprayer-market-107213>.
- García Arias, PM; Avilés Monroy, JI; Mendoza Morán, V; Hechavarria Hernández, JR; Espín Pazmiño, LA. 2022. Drones para la agricultura de precisión, un enfoque al cultivo de la Pitahaya (en línea). 1 ed. s.l., s.e. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.51736/ETA2021CI3>.
- Google Maps. 2025. (en línea, sitio web). Consultado 6 nov. 2025. Disponible en https://www.google.com/maps/@15.026349,-88.8333624,82m/data=!3m1!1e3?authuser=0&entry=tту&g_ep=EgoyMDI1MTEwNC4xIKXMDSoASAFQAww%3D%3D.
- Guillén, C; Rodríguez, A; Laprade, S; Valle, H; Segura, R; Uva, V; Sandoval, JA. s. f. *BIOLOGÍA Y CONTROL DE LAS COCHINILLAS Y ESCAMAS QUE ATACAN AL BANANO*. . Consultado 23 nov. 2025.

- Holopainen, JK; Hokkanen, HMT. 2024. Host plant and habitat preferences of Lygus bugs: consequences for trap cropping applications (en línea). *Arthropod-Plant Interactions* 2024 18:6 18(6):1161-1188. DOI: <https://doi.org/10.1007/S11829-024-10089-Y>.
- Joseph, M; Ledesma, A. 2023. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA. . Consultado 8 nov. 2025.
- Kavallieratos, NG; Wakil, W; Eleftheriadou, N; Ghazanfar, MU; El-Shafie, H; Simmons, AM; Dimase, M; Smith, HA; Chandler, D. 2024. Integrated management system of the whitefly *Bemisia tabaci*: a review. *Entomologia Generalis* 44(5):1117-1133. DOI: <https://doi.org/10.1127/ENTOMOLOGIA/2024/2764>.
- Lara Posadas, SV; Núñez Sánchez, ÁE; López-Lima, D; Carrión, G; Lara Posadas, SV; Núñez Sánchez, ÁE; López-Lima, D; Carrión, G. 2016. Nemátodos fitoparásitos asociados a raíces de plátano (*Musa acuminata* AA) en el centro de Veracruz, México (en línea). *Revista mexicana de fitopatología* 34(1):116-130. DOI: <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.1507-7>.
- López-Zapata, SP; Castaño-Zapata, J; López-Zapata, SP; Castaño-Zapata, J. 2019. Manejo integrado del mal de Panamá *Fusarium oxysporum* Schlechtend.: Fr. sp. cubense (E.F. SM.) W.C. Snyder & H.N. Hansen: una revisión (en línea). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 22(2). DOI: <https://doi.org/10.31910/RUDCA.V22.N2.2019.1240>.
- María, Á; Ortiz, M; Zapata, JC. 2012. Evaluación in vitro de Inductores de Resistencia sobre *Mycosphaerella fijiensis* Morelet In vitro Evaluation of Inductors of Resistance on *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. . Consultado 24 nov. 2025.
- Mena, X. 2019. BUENAS PRACTICAS AGRICOLAS PARA EL CULTIVO DE PLÁTANO (en línea). LIBRO . Consultado 30 nov. 2025. Disponible en https://www.academia.edu/50914428/BUENAS_PRACTICAS_AGRICOLAS_PA_RA_EL_CULTIVO_DE_PL%C3%81TANO.
- Navarro, P. 2024. Drones agrícolas y plaguicidas: regulación de la pulverización aérea en México. :8.
- Ortiz, B. 2023. COMPARACIÓN DE SISTEMAS DE FUMIGACIÓN MANUAL Y AUTOMATIZADO PARA CONTROLAR *Rupela albinella* Y *Diatraea saccharalis* EN EL CULTIVO DE ARROZ. s.l., UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR. . Consultado 21 ene. 2026.

- Pabel, I; Henao Alvarez, F; Julian, I; Camargo Espitia, E; Por, D; Felipe, I; Sc, RM. 2024. Comparación operacional del uso de aeronaves no tripuladas Agras T-50 con aeronaves tripuladas Aero Agro AA-100 en aplicaciones agrícolas en el valle geográfico del río Cauca en el cultivo de la caña de azúcar. (en línea). s.l., s.e. Consultado 13 ene. 2026. Disponible en <http://hdl.handle.net/11371/7101>.
- Peña Liberio, JR. 2023. Incidencia de las principales enfermedades en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*) en el Ecuador (en línea). s.l., BABAHOYO: UTB, 2023. Consultado 23 nov. 2025. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/14768>.
- Perez Lapid, N; Darzi, R; Lati, R; Dubowski, Y. 2026. Airborne transport of herbicides from UAV applications under varied operational and meteorological conditions (en línea). *Science of The Total Environment* 1032:181811. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2026.181811>.
- Pérez, V. 2012. FICHA TÉCNICA *Mycosphaerella musicola* (Leach) (Capnodiales: Mycosphaerellaceae). . Consultado 24 nov. 2025.
- Pérez, YV; Mansilla, AAH; Gómez, RS; Mayea, AL; Montenegro, RV; Sánchez, JDA; <https://dialnet.unirioja.es/servlet/autor?codigo=4895650>; <https://dialnet.unirioja.es/servlet/autor?codigo=4572191>; <https://dialnet.unirioja.es/servlet/autor?codigo=3944453>; <https://dialnet.unirioja.es/servlet/autor?codigo=4572193>; <https://dialnet.unirioja.es/servlet/autor?codigo=4895651>; <https://dialnet.unirioja.es/servlet/autor?codigo=2009439>. 2018. Fitófagos de banano y plátano bajo condiciones de cambio climático en Cuba (en línea). *Revista de Ciencias Ambientales*, ISSN 2215-3896, Vol. 52, N°. 2, 2018, págs. 141-157 52(2):141-157. DOI: <https://doi.org/10.15359/rca.52-2.8>.
- Ramírez H., JM; Torres E., H. 2016. Control del picudo (*Cosmopolites sordidus*) en el cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*) usando tres agentes biológicos, *Heterorhabditis bacteriophora*, *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* (en línea). s.l., s.e. Consultado 23 nov. 2025. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/5875>.
- Zaguine, R; Cavichioli, F. 2022. Visión general del USO DE DRONES EN LA FUMIGACIÓN AGRÍCOLA 4.0 (en línea). :583-96. DOI: <https://doi.org/0.31510/infa.v19i2.1454>.

Zhang, H; Song, Y; Wang, Y; Huang, J. 2026. Refining pesticide use to reduce yield loss:
How drone plant protection transforms smallholder pest management (en línea).
Food Policy 139:103035. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FOODPOL.2026.103035>.

ANEXOS

Anexo 1 Plantación de Tabaco de la empresa.



Anexo 2 Capacitación en campo para el manejo de Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) brindado en una de las plantaciones de plátano de la empresa.



Anexo 3 Monitoreo realizado el 19 de febrero.



Anexo 4 Planificación y trazo de ruta con apoyo de Waypoints en una de las parcelas.



Anexo 5 Preparación de mezcla para aplicación en una de las parcelas.



Anexo 6 Limpieza de boquillas del equipo posterior a las aplicaciones



Anexo 7 Inspección de las parcelas previo a la realización de monitoreo.



Anexo 8 Chinche Lygus (*Lygus lineolaris*) y daño causado a las hojas.



Anexo 9 Dron Agras T50 de la empresa volando sobre una de las parcelas por la noche.



Anexo 10 Gusano cortador (*Agrotis ipsilon*) en una de las hojas nuevas.



Anexo 11 Estimación del volumen y área a aplicar en una de las parcelas con el control remoto.



Anexo 12 Hoja de plátano posterior a la aplicación de uno de los productos.

