Acorbat Revista de Tecnología y Ciencia

Deriva de fitosanitarios en plantaciones de banano (*Musa* AAA) aplicados con un vehículo aéreo no tripulado con capacidad mayor a 20 litros

Edgar Valverde-Araya[1*], Wilmer Astorga[1], Federico Ayuso[1]
[1]Dirección de Investigaciones, Eje de Fitoprotección, Corporación Bananera Nacional (CORBANA)

Autor de correspondencia:
Edgar Valverde-Araya
evalverde@corbana.co.cr

Contribución:
Artículo Científico

Sección:
Fitosanidad

Recibido:
15 diciembre, 2025
Publicado:
30 abril, 2026

Cita:
Valverde-Araya E, Astorga W, Ayuso F. 2026. Deriva de fitosanitarios en plantaciones de banano (*Musa* AAA) aplicados con un vehículo aéreo no tripulado con capacidad mayor a 20 litros. *Acorbat Revista de Tecnología y Ciencia* 3(1): 112 https://doi.org/10.62498/ARTC.26112

RESUMEN

El uso de drones en el cultivo de banano se ha constatado como una herramienta eficaz para la aplicación de productos fitosanitarios en áreas de difícil acceso y aspersión para las avionetas, sin embargo, la legislación actual en Costa Rica exige la misma zona de amortiguamiento para ambos equipos, para lo cual se hace necesario el estudio de la deriva y determinar si existen diferencias entre drones y avionetas. Se realizaron dos pruebas de deriva en finca San Pablo y en finca Jardín del Tigre con un dron con capacidad mayor a 20 litros. En cada prueba se realizó aspersión con el dron a 4 metros hacia adentro de la línea de borde del cultivo, ya que el equipo posee un ancho de banda de 8 metros. La aplicación se realizó a una altitud de 4 metros sobre el suelo, a una velocidad de 20 Km/h y a un volumen de 20 L/ha. Se colocaron 4 filas de colectores horizontales cada 5 metros hacia afuera de la línea de cultivo a 20 cm sobre el suelo y una línea de colectores verticales a 15 metros de la línea de cultivo a 1,9 metros sobre el suelo. No se identificó deriva a partir de los 5 metros de la línea de cultivo en finca San Pablo y a 6 metros en el caso de finca Jardín del Tigre. La utilización de drones con capacidad mayor a 20 litros es una opción viable para aplicar productos fitosanitarios en los bordes de las plantaciones de banano y permite un mayor aprovechamiento del área de cultivo en estas zonas.

Palabras clave: Deriva, Drones, Banano, Legislación

ABSTRACT

The use of drones in banana cultivation has proven to be an effective tool for applying phytosanitary products in areas difficult to access and spray by airplanes; however, current legislation in Costa Rica requires the same buffer zone for both types of equipment, making it necessary to study drift and determine if there are differences between drones and airplanes. Two drift tests were conducted at the San Pablo farm and the Jardín del Tigre farm using a drone with a capacity greater than 20 liters. In each test, the drone sprayed 4 meters inward from the crop border, as the equipment has a bandwidth of 8 meters. Applications were carried out at an altitude of 4 meters above the ground, at a speed of 20 km/h, and at a volume of 20 L/ha. Four rows of horizontal collectors were placed every 5 meters outward from the crop line at 20 cm above the ground, and one line of vertical collectors was placed 15 meters from the crop line at 1,9 meters above the ground. No drift was identified beyond 5 meters of the crop line at the San Pablo farm and beyond 6 meters at the Jardín del Tigre farm. The use of drones with a capacity of greater than 20 liters is a viable option for applying phytosanitary products along the edges of banana plantations and allows for greater utilization of the crop area in these areas.

Keywords: Drift, Drones, Banana, Legislation

Copyright: © 2026 por los autores. Licencia Acorbat Internacional. Este artículo es de acceso libre y distribuido bajo los términos de Acorbat Internacional

INTRODUCCIÓN

La utilización de drones en la agricultura ha tomado una mayor importancia en la última década debido al constante avance tecnológico que ha aumentado los rendimientos de aplicación, debido al aumento en volumen de transporte y velocidad de aplicación (Pino, 2019; Iost *et al*., 2019). Estas herramientas, permiten entre algunos beneficios, verificar la aplicación de fertilizantes y agentes de control, con mayor precisión y homogeneización de las aspersiones de sitio específico (González *et al*., 2015; Carvalho *et al*., 2020). En el cultivo de banano los drones se utilizan mayormente para las aplicaciones de fungicidas en los bordes u otros sitios de mayor dificultad en acceso a la plantación, de esta forma los polígonos de aplicación son más eficaces y el control de enfermedades como la Sigatoka negra, aumentan debido a una mejor cobertura y penetración del producto a aplicar dentro del dosel y retoños de sucesión.

Sánchez *et al*. (2021) evaluaron la eficacia del uso de drones para el combate de la Sigatoka negra, se estudiaron aspectos de volumen aplicado por hectárea, ancho de franja y boquillas a utilizar según el equipo para mejorar la cobertura y calidad de gota. Los resultados demostraron que el uso de drones con una capacidad menor a los 20 litros genera una deriva máxima de 5 metros. Sin embargo, en Costa Rica la legislación en aplicaciones aéreas regidas por el reglamento 44083 MAG-MOPT-SALUD-MINAE-MTSS (artículo 60) y la Comisión de Aviación Agrícola exige dar una misma zona de amortiguamiento a los drones con capacidad mayor a los 20 litros, igual que a las avionetas de fumigación.

Dado que no hay información sobre el desplazamiento de la deriva de los agentes de control aplicados con estos equipos, es necesario generar información para ajustar y justificar el uso de los drones con capacidad mayor a 20 litros por parte de los productores de banano, además, debido al avance constante de la tecnología en este tipo de equipos la información generada debe servir como una guía para los futuros drones que no superen los 150 Kg de peso en vuelo como lo exige la legislación vigente.

El objetivo de esta investigación es definir la zona de amortiguamiento que deben existir en rondas de las fincas que son fumigadas con drones de capacidad mayor a 20 litros, de manera que se cumpla con las medidas de protección ambiental y que no genere un impacto en la producción del cultivo de banano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos pruebas, la primera el lunes 16 de diciembre de 2024 en finca San Pablo en Pacuarito, cantón de Siquirres y la segunda prueba el miércoles 09 de abril de 2025 en finca Jardín del Tigre en Cariari, cantón de Pococí. Se utilizó como

parcela de evaluación el borde o ronda de cultivo hacia la carretera, donde se realizó una medición de la deriva siguiendo los lineamientos establecidos para este tipo de pruebas según el protocolo ISO 22866 2005E "Methods for Field Measurement of Spray Drift" (ISO 22866 2005). Se utilizó un dron DJI Agras® T50, con un tanque de 40 L de capacidad y 2 boquillas centrífugas modelo LX8060SZ con capacidad de 50 a 500 micras. La mezcla utilizada en las fincas antes mencionadas fue la siguiente: Aceite agrícola (2 L/ha), emulfificante (1 % volumen de aceite), mancozeb (2,0 L/ha) en un volumen total de 20 L/ha. El dron sobrevoló a una altitud de 4 m del suelo y 4 metros hacia adentro del borde de cultivo, con un ancho de franja de 8 m y una velocidad de 20 km/h. Para la medición de deriva, se colocaron 4 líneas de tarjetas colectoras hidrosensibles de 5,6 x 7,6 cm (TeeJet®) a 5 m de distancia entre cada línea, los colectores se colocaron horizontales a 20 cm del suelo a 5, 10, 15, 20 y 30 m del borde del cultivo (figura 1). En el caso de finca Jardín del Tigre, debido al canal secundario que se encontraba al borde del cultivo, la primera fila de colectores horizontales se colocó a 6 metros. Además, se colocaron colectores verticales a 1,9 m de altura a 15 m del borde del cultivo. Se aplicó con el dron un lote de 15 m de largo por 15 m de ancho (225 m2, una pasada del dron en sentido paralelo al borde del cultivo), sin presencia de ningún tipo de barrera vegetativa, iniciando del borde del cultivo hacia adentro. Se registraron las variables climáticas temperatura, % de humedad relativa, precipitación, velocidad del viento en direcciones norte-sur, este-oeste durante el periodo del experimento, en el caso de finca San Pablo la línea de cultivo va de sur a norte, para finca Jardín del Tigre la línea de cultivo es de oeste a este. Los colectores hidrosensibles recuperados del campo fueron analizados mediante el programa Deposit Scan® del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (Deveau s.f), utilizado para este tipo de estudios (Cunha, 2013). Se escaneó cada colector y se obtuvo el número de gotas/cm2, volumen depositado en µL/cm2, porcentaje de cobertura y diámetro volumétrico (DV1, DV5 y DV9) de la gota en µm.

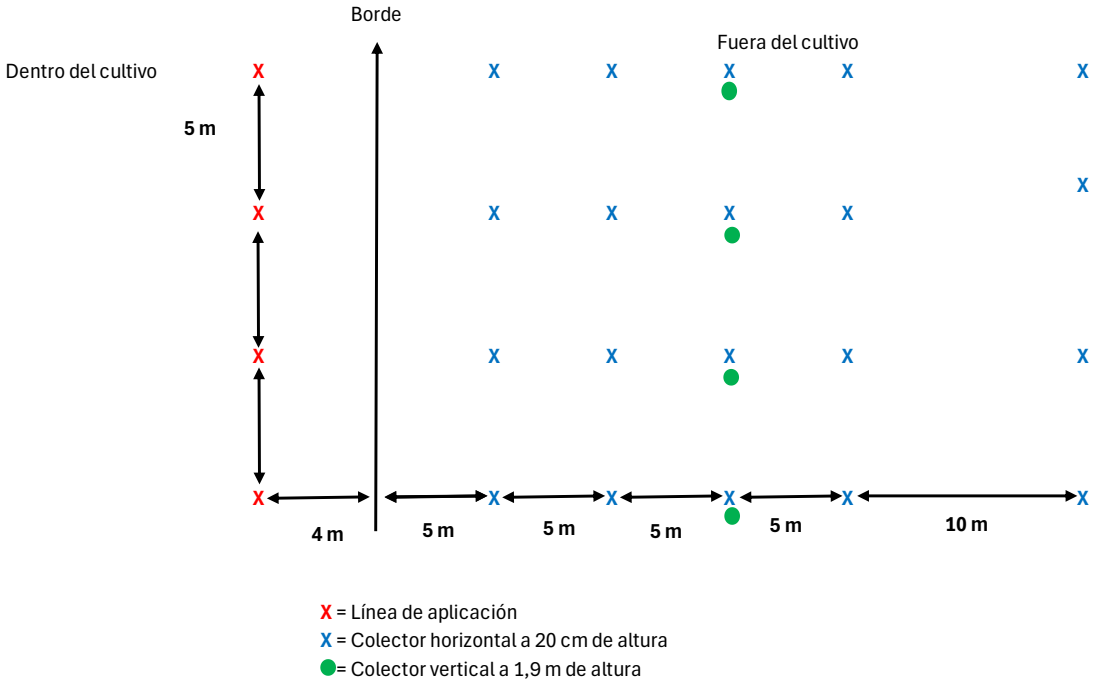


Figura 1. Diseño del establecimiento de la prueba de deriva en campo.

RESULTADOS

En el cuadro 1 se detallan las variables climáticas en las pruebas realizadas en cada finca, la velocidad del viento en finca San Pablo no afectó la prueba ya que la deriva se genera con ráfagas de viento perpendiculares a la línea de cultivo (en este caso de este a oeste), además, Fernández-Quintanilla (2013) y Matthews *et al*. (2014) indican que la máxima velocidad de viento recomendada para aspersiones aéreas es de 10 Km/h o el equivalente a 2,7 m/s.

Cuadro 1. Variables climáticas en el período de evaluación de deriva en fincas San Pablo y Jardín del Tigre.

Finca	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)	Velocidad del viento norte-sur (m/s)	Velocidad del viento este-oeste (m/s)
San Pablo	24,02	82,3	0	2,7*	0
Jardín del Tigre	22,96	86,3	0	0	0

*Velocidad del viento en dirección norte-sur, fue paralela a la línea de aspersión.

Para las dos pruebas realizadas en las distintas fincas no se registraron datos de gotas/cm2, volumen depositado en µL/cm2, porcentaje de cobertura y diámetro volumétrico a partir de la primera línea de tarjetas hidrosensibles (5 metros) en finca San Pablo y a partir de los 6 metros del borde del cultivo en finca Jardín del Tigre (Anexos 1 y 2).

Estos resultados son de relevancia para la producción de banano, ya que no se requiere aumentar el tamaño de la zona de amortiguamiento utilizada actualmente y basada en el estudio realizado con drones con un volumen menor a los 20 litros (Sánchez *et al*., 2021).

Las condiciones de aplicación son fundamentales para poder disminuir la deriva, en este caso el viento que impacta de manera perpendicular a la línea de aplicación, ya que puede transportar las moléculas suspendidas en el aire y desplazarlas fuera de la línea limítrofe de la zona de amortiguamiento (Arvidsson *et al*., 2011). La revisión constante de las variables climáticas en horas de aplicación surge como una herramienta valiosa para cumplir con las normas técnicas de protección ambiental.

Es importante observar que la altura y velocidad de vuelo son diferentes a lo que se utiliza comercialmente en aplicaciones con drones en el cultivo de banano (3 metros sobre el dosel del cultivo y 35 Km/h), a mayor altura de aplicación las moléculas suspendidas en el aire se pueden desplazar de forma horizontal por la turbulencia causada por los motores de la aeronave, así mismo, una velocidad mayor a los 20 Km/h causa un mayor arrastre del producto aplicado hacia afuera de la línea de aplicación.

Los pilotos de drones con capacidad mayor a los 20 litros utilizados para la aplicación de productos fitosanitarios en el cultivo de banano deben aislar la línea de borde de los polígonos convencionales de fumigación, estableciendo las variables discutidas en esta investigación y verificando las variables climáticas que puedan

favorecer la deriva, con esto se logran cumplir los lineamientos de zonas de amortiguamiento que garanticen la protección al ambiente y se evita disminuir el área de producción en los bordes de las fincas (Valenciano *et al*., 2007).

CONCLUSIONES

De acuerdo con las variables analizadas en esta investigación, los drones con una capacidad mayor a los 20 litros requieren una zona de amortiguamiento máxima de 6 metros a partir de la línea de cultivo. De esta forma se cumple con la directriz técnica nacional que busca la protección ambiental en las áreas que bordean las fincas bananeras y a su vez, no se requieren disminuir las áreas de producción.

REFERENCIAS

Arvidsson T, Bergström L, Kreuger J. 2011. Spray drift as influenced by meteorological and technical factors. Pest Management Sci. 67: 586–598 p.

Carvalho F, Chechetto R, Mota A, Antuniassi U. 2020. Challenges of aircraft and drone spray applications. Outlooks on Pest Management. 1-6 p.

Cunha J, Farnese A y Olivet J. 2013. Computer programs for analysis of droplets sprayed on water sensitive papers. Planta Daninha, Viçosa-MG. 31(3): 715-720.

Deveau J. s. f. Using DepositScan with either a business card scanner or an office flatbed scanner. 4 p.

Fernández-Quintanilla C, Dorado J. 2013. Tecnología de aplicación de productos fitosanitarios. En Protección Vegetal. Ediciones Muni-Prensa. 87-110 p.

González A, Amarillo G, Amarillo M, Sarmiento F. 2015. Drones aplicados a la agricultura de precisión. UNAD. 10(1): 23- 37 p.

Iost F, Heldens W, Kong Z, de Lange E. 2019. Drones: Innovative Technology for Use in Precision Pest Management. Journal of Economic Entomology, 20(20): 1–25 p.

ISO22866:2005. 2005. Equipment for crop protection-Methods for field measurement of spray drift.

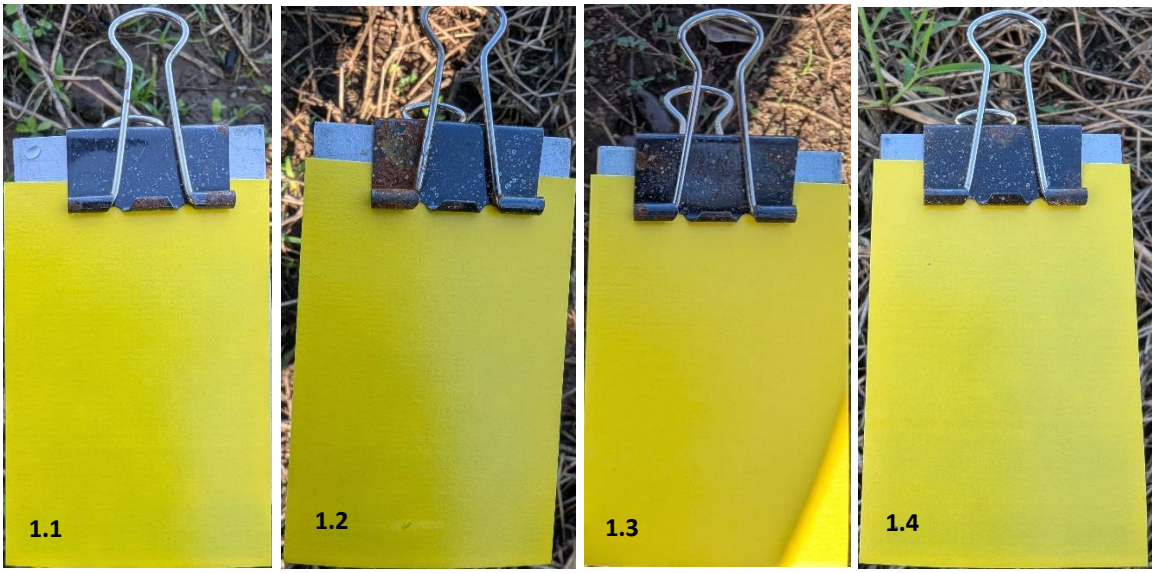
Matthews G, Bateman R, Miller P. 2014. Pesticide application methods. Third edition. Ed. John Wiley & Sons, Ltd. 91 p.

Pino E. 2019. Los drones una herramienta para una agricultura eficiente: un futuro de alta tecnología. IDESIA. 37(1): 75-84 p.

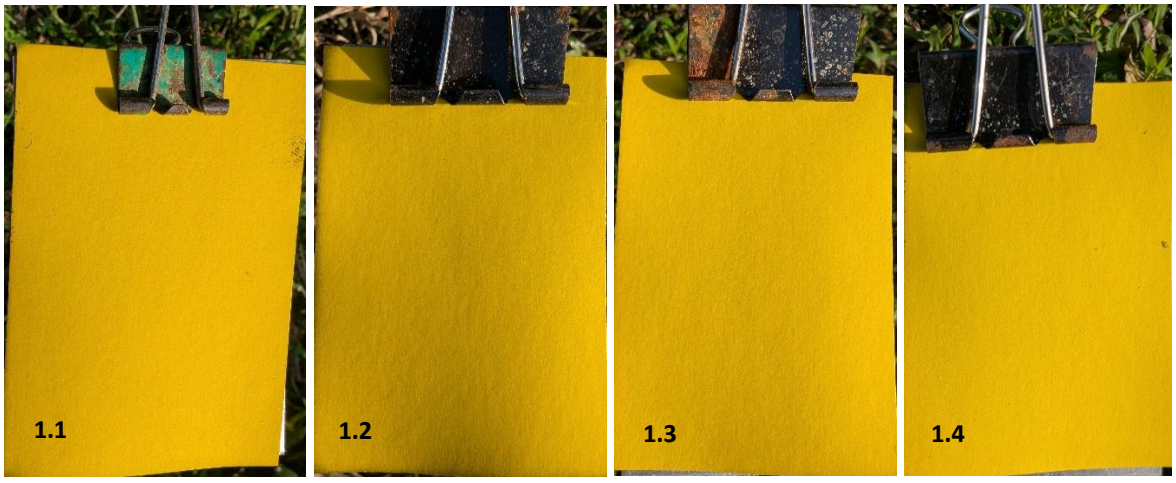
Sánchez M, Villalobos R, Villalta R, Carr C, Guzmán M. 2021. Medición de la deriva en aplicaciones aéreas de fungicidas para el combate de la Sigatoka Negra con sistema de aeronaves no tripuladas (RPAS-DRON) en el cultivo de banano. Hoja divulgativa N° 21. Corporación Bananera Nacional S.A. (CORBANA).

Valenciano R, Laprade S, Founier A, Trejos E. 2007. Manejo de la deriva en aplicaciones aéreas de plaguicidas en fincas con zonas de amortiguamiento. CORBANA S.A. 1 ed: 10 p.

Anexos



Anexo 1. Colectores de la primera fila a 5 metros de la línea de cultivo postaplicación en finca San Pablo.



Anexo 2. Colectores de la primera fila a 6 metros de la línea de cultivo postaplicación en finca Jardín del Tigre.