

Categoría de Ficha

Las fichas Categoría B son medidas de sostenibilidad bioclimáticas con un grado de complejidad técnica media, que podrían ser complementarias o bien necesarias en la implementación de otras actividades, incluidas en: **Manual de agricultura sostenible con énfasis en biodiversidad y cambio climático**

B

Medidas Relacionadas

- 1 Fertilización según análisis de suelo
- 5 Control de arvenses por métodos no químicos
- 8 Optimización del uso de plaguicidas sintéticos
- 11 Barreras naturales en áreas de actividad humana
- 16 Ident. y control de especies exóticas invasoras
- 17 Vivero con especies locales adaptadas
- 19 Zonas de protección de recurso hídrico
- 24 Protección de polinizadores
- 29 Sensibilización en temas medioambientales
- 30 Mapas de sostenibilidad

Estándares Internacionales relacionados con la medida

Estándar para Agricultura Sostenible de Rainforest Alliance 2020, V1.3
Requisitos: 4.6.6, 6.3.3



Criterio de Comercio Justo- para Fruta Fresca 2018, V2.4.
Requisito: 4.1.1



Criterio de Comercio Justo- para Organizaciones de Pequeños Productores 2019, V2.5.
Requisito: 3.2.7, 3.2.8, 3.2.34



Estándar de Agricultura Sostenible para Cultivos 2020, V2-2.
Indicador: 4.5.1.5, 4.5.1.9, 5.7.2.3



Plazo de Implementación

Hasta 3 años

giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

GIZ Costa Rica: giz-costa-rica@giz.de
Elaborado: Mayo 2023 M.Sc. Mauricio Salas V

Control deriva

FICHA
9

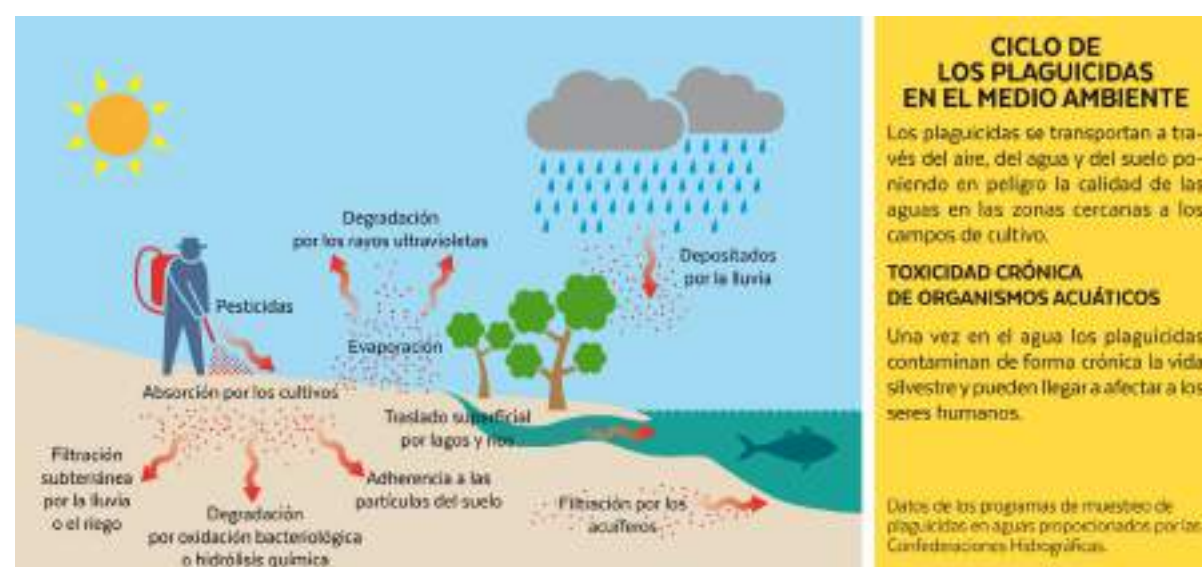
Descripción de la medida

A medida que se ha intensificado el uso de la tierra, también ha aumentado enormemente el uso de pesticidas sintéticos, fertilizantes y otros insumos, los cuales si bien han ayudado a impulsar la producción alimentaria a nivel mundial, también han dado lugar a amenazas ambientales, así como a posibles problemas de salud humana¹.

Según la FAO¹, la agricultura moderna es responsable del vertido de grandes cantidades de agroquímicos, materia orgánica, sedimentos y sales en los cuerpos de agua. Anualmente cerca de 115 millones de toneladas de fertilizantes nitrogenados minerales son utilizados en tierras agrícolas y alrededor del 20% terminan acumulándose en los suelos y la biomasa, mientras que el 35% acaban en los océanos.

Por otro lado, los plaguicidas² también tienen una alta contribución en esta problemática, debido a que su condición y diseño que los hacen ser relativamente estables y persistentes el tiempo suficiente para ejercer su acción contra la plaga objetivo, también los convierte en agentes contaminantes nocivos. Datos de la FAO¹, indican que cada año se aplica a nivel global 4,6 millones de toneladas de pesticidas químicos en el medio ambiente, de los cuales el 47,5% son herbicidas.

En la agricultura, los residuos de plaguicidas pueden alcanzar el medio ambiente a través de diferentes vías y puntos de contaminación (*deriva, lixiviación y escorrentia en canales, ecosistemas y caminos; infiltración al suelo y a mantos acuíferos; vertidos accidentales o por negligencia en diversos sitios dentro o fuera de la unidad de producción*), durante el desarrollo de actividades de aplicación, mantenimiento de equipos y tratamiento de residuos químicos. Afectando los ecosistemas y su biodiversidad (*incluyendo especies polinizadoras*³), contaminado el suelo, agua y aire, y poniendo en riesgo la salud de los trabajadores y residentes de comunidades vecinas mediante exposición directa o bien al consumir alimentos o agua contaminada.



Fuente: Ecologistas en Acción, 2018

Ciclo de los plaguicidas en el medio ambiente.

¹ More people, more food, worse water? a global review of water pollution from agriculture. [FAO and IWMI, 2018](#)

² Un "plaguicida" es cualquier sustancia destinada a impedir, destruir, atraer, repeler o combatir cualquier plaga, incluidas las especies indeseadas de plantas o animales, durante la producción, almacenamiento, transporte, distribución y elaboración de alimentos, productos agrícolas o piensos. [Codex Alimentarius, 2022](#)

³ Ver [ficha #24](#) "Protección de polinizadores".

Estudios realizados en países desarrollados estiman que las tasas de incidencia anual de intoxicación aguda por plaguicidas en trabajadores agrícolas son alrededor de 18,2 por cada cien mil. En los países en desarrollo, donde puede haber una regulación insuficiente, falta de sistemas de vigilancia, deficiencias en capacitación e inadecuado mantenimiento de equipos de protección personal, se espera que las incidencias sean más altas⁴.

En aguas superficiales, la concentración y el tipo de plaguicidas detectados dependen de varios factores como la estación del año, las propiedades físicas y químicas del compuesto (solubilidad en agua, la persistencia, vida media o la capacidad de retención en el suelo), la topografía del terreno y la frecuencia de la lluvia; condiciones que hacen muy difícil predecir el destino de un plaguicida en el medio y su bioacumulación en general⁵.

La fauna acuática, es particularmente sensible a los plaguicidas porque experimentan una exposición crónica; los peces por ejemplo, están expuestos a los plaguicidas a través de las branquias, la piel y la boca, y pueden bioacumular estos productos químicos en sus tejidos⁵, trasladando estos efectos a las cadenas tróficas⁶.

En conclusión, es de suma importancia el desarrollo de actividades de prevención, mitigación y control de contaminación por agroquímicos, las cuales deben ser parte integral de la gestión de un sector productivo responsable, que atienda estos temas en miras de disminuir impactos en la salud de sus trabajadores, las comunidades vecinas y el medio ambiente en general.



Beneficios en la implementación de la medida

Aportes en biodiversidad y gestión del cambio climático:

- Disminuye los riesgos de contaminación del recurso hídrico y la afectación del ciclo de vida, crecimiento y reproducción de las especies que se encuentran en ecosistema cercanos, mediante la implementación de medidas que mitigan la deriva, vertido y lixiviación química durante eventos de aplicación.

- Favorece la protección de mamíferos y aves que se desplazan, alimentan o anidan a nivel del suelo, en zonas periféricas del cultivo; así como de anfibios, reptiles y peces que utilizan canales de drenaje o reservorios de agua en áreas de producción de piña y banano.
- Incentiva el uso responsable de fertilizantes, acorde a los requerimientos del cultivo y con el menor impacto posible al medio ambiente, reduciendo efectos de lixiviación, escorrentia o vertido de productos nitrogenados y fosfatados en los canales de drenaje o fuentes de agua superficial, lo cual limita la eutrofización⁷ de las aguas y la emisión de gases de efecto invernadero.
- Contribuye con las metas internacionales en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD), [Marco mundial Kunming-Montreal de la diversidad biológica](#) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Beneficios para la persona productora:

- Contribuye a mantener la calidad agua disponible, recurso utilizado en actividades de riego, procesamiento y consumo humano.
- Protege la biodiversidad de especies que además de tener un valor intrínseco, pueden brindar servicios para el control natural de plagas presentes en el cultivo.
- Fomenta la implementación de medidas preventivas orientadas a minimizar riesgos por efectos por deriva química en áreas comunales cercanas, sitios de trabajo y zona de tránsito, generando así un ambiente más saludable y promoviendo buenas relaciones con los vecinos.
- Favorece la imagen de la persona productora a nivel local, regional e internacional, lo que beneficia la comercialización de la fruta en mercados internacionales, que demandan productos de calidad que respeten el medio ambiente.
- Facilita la participación de las fincas en certificaciones de reconocimiento internacional como Rainforest Alliance y Comercio Justo.

Metodología de implementación de la medida

Las actividades de prevención, mitigación y control de contaminación por agroquímicos, resultan ser un desafío complejo pero necesario en el sector productivo, considerando que la gestión eficaz de esta iniciativa requiere diversas respuestas, desde la implementación de medidas de contención de deriva química a través del desarrollo de barreras naturales, ampliación de zonas de amortiguamiento entre cultivo y áreas denominadas como sensibles (vías públicas, infraestructura, comunidades y ecosistemas), hasta el mantenimiento y la mejora en los sistemas de aplicación considerando las tecnologías disponibles.

La persona productora debe tener en cuenta que una vez que los residuos químicos llegan a ecosistemas vulnerables, o bien salen de los límites de la unidad de producción, los costes de remediación son altos y los efectos sobre el medio ambiente y la salud humana pueden ser en muchos casos inciertos, duraderos y progresivamente dañinos.

A continuación, se amplían las acciones a seguir por parte de la persona productora considerando posibles vías o puntos de contaminación:

⁴ Acute pesticide poisoning: a proposed classification tool. [Boletín de OMS, 2008](#)

⁵ Ríos hormonados Amplia presencia de plaguicidas disruptores endocrinos en los ríos españoles. [Ecologistas en Acción y PAN Europe, 2018](#).

⁶ La cadena trófica describe el proceso de transferencia de sustancias nutritivas a través de las diferentes especies de una comunidad biológica, en la que cada una se alimenta de la precedente y es alimento de la siguiente. [BIOTASITE, 2022](#).

⁷ Eutrofización: Proceso natural en ecosistemas acuáticos, caracterizado por un aumento en la concentración de nutrientes como nitratos y fosfatos, con los consiguientes cambios en la composición de la comunidad de seres vivos. Las aguas eutróficas en contraste con las oligotróficas son más productivas. Sin embargo, más allá de ciertos límites, el proceso reviste características negativas al aparecer grandes cantidades de materia orgánica cuya descomposición microbiana ocasiona un descenso en los niveles de oxígeno. La eutrofización se produce en muchas masas de agua como resultado de los vertidos agrícolas, urbanos e industriales. [Greenfacts, consulta en línea 2021](#).



Paso 1. Identificación de áreas sensibles

La primera actividad a realizar es la identificación y georreferenciación de las áreas de interés (social y ambiental) dentro y fuera de la finca, que pudieran ser afectadas por efectos de deriva, lixiviación⁸, escorrentia e infiltración de residuos químicos, generados durante el manejo o aplicación (vía aérea o terrestre) de los agroquímicos que son utilizados en la unidad de producción. Como por ejemplo: infraestructura en la finca, viviendas vecinales, canales primarios o secundarios con flujos de agua constante, ecosistemas naturales (parches boscosos, quebradas, lagunas, ríos, otros), reservorios de agua, nacientes y pozos utilizados para irrigación y/o consumo humano, entre otros.

Esta información, permitirá a la persona productora elaborar una mapa, que puede ser utilizado no sólo para visualizar estos sitios claves de forma gráfica, sino también para indicar la línea base de trabajo (*metros lineales con y sin barrera*) y las acciones a ser desarrolladas (Ver figura 1). Actualmente existe gran cantidad de fuentes de donde pueden obtenerse imágenes de alta resolución actualizadas, las cuales pueden servir como base para realizar la actividad de identificación. Entidades como [ESRI](#), o plataformas [Google Earth](#), ofrecen imágenes satelitales accesibles de manera gratuita y con herramientas amigables para el usuario.

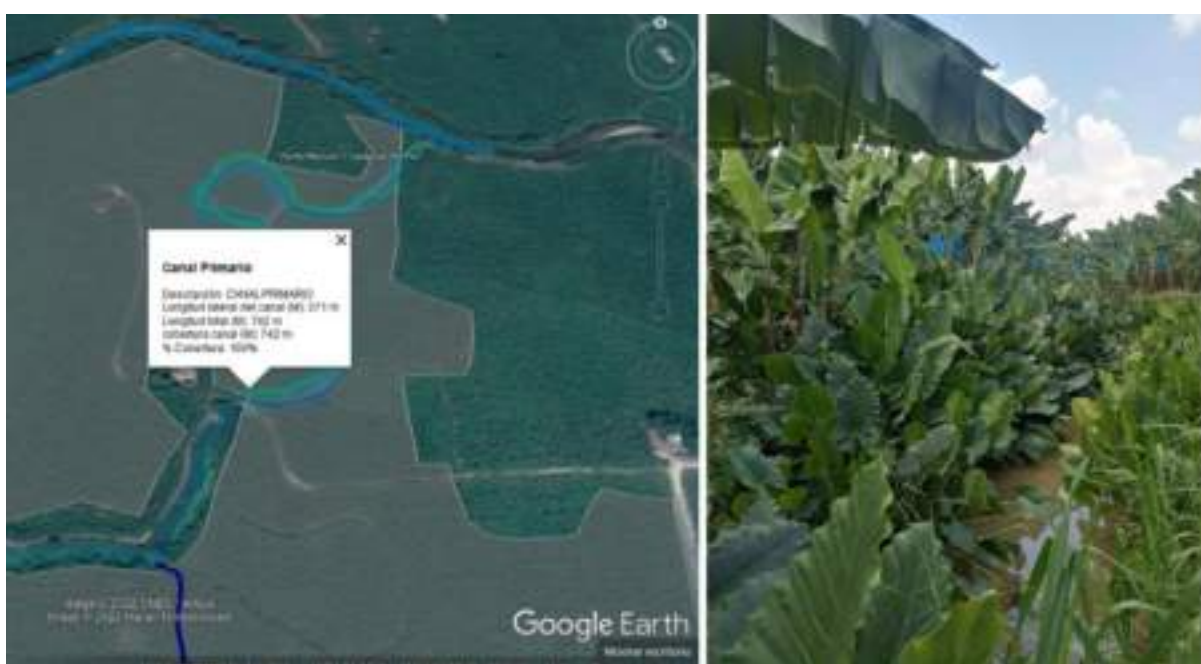


Figura 1. Canal conductor de agua del río al reservorio/ 100% con cobertura natural. Foto: Finca Marce Sur, Tecbaco 2022



Paso 2. Análisis de requisitos legales aplicables

Es importante verificar la normativa (nacional o internacional) relacionada con actividades de aplicación de agroquímicos (vía aérea y terrestre), considerando temas como barreras naturales, áreas de protección de ecosistemas, zonas de exclusión química y distancias mínimas entre el cultivo y cauces naturales⁹, pozos, carreteras y poblados. Valoración necesaria para direccionar las acciones a ser implementadas y que serán descritas en las secciones siguientes de este documento.

Por otro lado, también hay que tener en cuenta las listas regulatorias a nivel nacional¹⁰ o definidas por programas internacionales de certificación¹¹, que limitan o prohíben el uso de ciertos productos químicos.



Paso 3. Buenas prácticas de prevención, mitigación y control de contaminación por agroquímicos

Una vez la persona productora conoce las áreas sensibles y tiene claro cuáles son los requisitos de legislación aplicable; el siguiente paso es la valoración de las actividades de prevención, mitigación y control de contaminación por agroquímicos, acciones que deben ser parte de una estrategia integral, en donde cada práctica implementada este dirigida a reducir los efectos adversos sobre el medio ambiente y la salud humana.

a. Elaboración de un plan de manejo integrado de plagas (MIP).

Para la prevención, monitoreo y control de plagas, malezas y enfermedades, la persona productora debe considerar el desarrollo y aplicación de una estrategia¹² que integre el uso de métodos biológicos, físicos, culturales y químicos; en donde el uso de plaguicidas este orientado y fundamentado en la necesidad real determinada según los resultados de cada monitoreo y acorde a los umbrales¹³ de daño económico preestablecidos. De esta forma se optimiza el manejo de agroquímicos, minimizando riesgos y reduciendo la contaminación desde la fuente¹⁴.

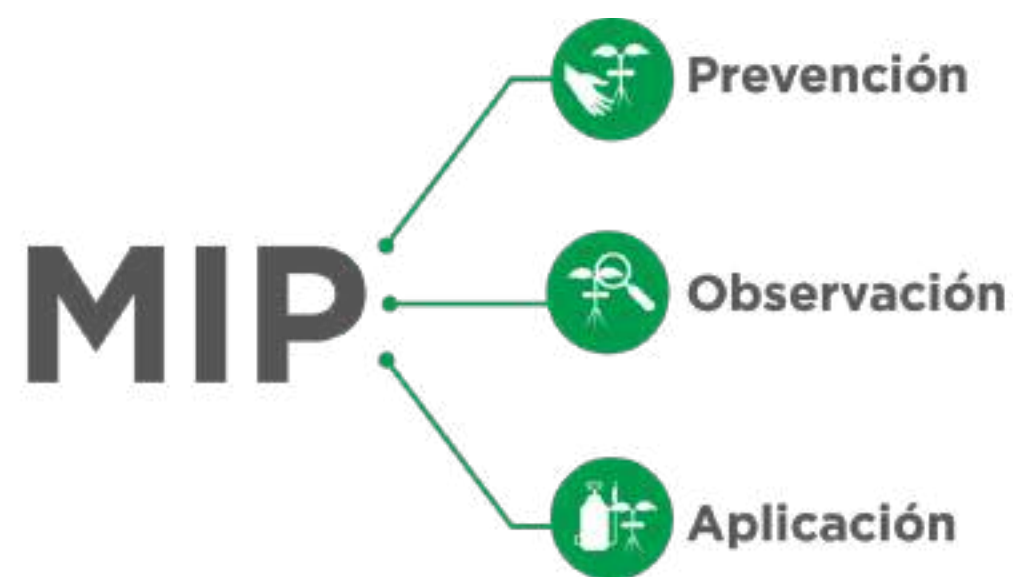


Figura 1. Canal conductor de agua del río al reservorio/ 100% con cobertura natural. Foto: Finca Marce Sur, Tecbaco 2022

b. Selección de productos químicos de menor impacto¹⁴.

El objetivo es buscar alternativas sustitutivas al uso de ingredientes activos reconocidos por sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente. Esta información es relevante para comprender el riesgo, evitar su uso (de ser posible) y bien definir prácticas complementarias que ayuden a minimizar posibles impactos. Es importante revisar y comparar las hojas de datos de seguridad (MSDS) de diferentes agroquímicos con un mismo objetivo de control (hongos, nematodos, insectos, otros), verificando las condiciones incluidas en la sección de información toxicológica y ecológica, o bien utilizar otras fuentes como bases de datos [locales](#) o [internacionales](#), que faciliten la selección final del producto, asegurando una respuesta eficaz de control pero con una menor incidencia.

⁸ El concepto de lixiviación se emplea en la ecología para aludir al deslizamiento de agentes contaminantes y desechos hacia mares y ríos. El agua se encarga de arrastrar estas sustancias que pueden causar importantes daños al medio ambiente. [Definición de 2018](#).
⁹ Zona de protección de Cauces Naturales: Colombia: 30 metros ([Decreto 1449-Art 3b](#)); Costa Rica: 10-15 metros ([Ley Forestal 7575-Art 33b](#)); Ecuador: 30 metros ([Acuerdo 365-Art 14](#)); República Dominicana: 30 metros ([Ley 64-00-Art 129](#))
¹⁰ [Costa Rica](#), [Colombia](#), [Ecuador](#) y [República Dominicana](#).

¹¹ [Rainforest Alliance](#) y [Fairtrade International](#), [Fairtrade USA](#).

¹² Elaborada con la ayuda de un profesional competente

¹³ Los umbrales de control contemplan variables ajustadas a las características de cada tipo particular de plaga y su impacto sobre los cultivos, de acuerdo con cada estado de desarrollo. [UNICOOP 2020](#).

¹⁴ Ver "ficha #8" Optimización del uso de plaguicidas sintéticos"

c. Desarrollo de barreras naturales en áreas de actividad humana¹⁵.

La implementación de barreras naturales, es una actividad orientada a la retención de deriva química durante las aplicaciones de agroquímicos. Las barreras deben constituirse alrededor de áreas de infraestructura con presencia constante de personal, junto viviendas o edificaciones externas y a lo largo de vías públicas.

Es importante utilizar especies nativas seleccionadas, que a la vez no representen un riesgo como hospederas de plagas y enfermedades, y que adicionalmente tengan la capacidad de desarrollarse con una altura suficiente para generar la protección deseada, conservando un follaje denso, y constante durante todo el año.

Se debe tener en cuenta que estas líneas naturales, no deben ser consideradas como biocorredores, dado que su función principal es retención de residuos químicos de la pulverización; son áreas de manejo especial, en donde se debe evitar incluir especies con frutos o flores atractivos de fauna o con potencial de uso o alimentación por parte de trabajadores o personas externas a la unidad de producción. Consideración que podría variar para una finca de manejo orgánico.



Foto ejemplo de barrera natural en finca de piña

d. Determinación de la composición vegetal en las zonas de protección del recurso hídrico¹⁶.

Como parte de la estrategia de protección de ecosistemas acuáticos (quebradas, ríos, esteros, lagunas, otros) es necesario trabajar proyectos de restauración de las zonas de protección natural, considerando que las primeras líneas vegetativas ubicadas junto a la plantación, deberían ser de porte bajo o arbustivo para evitar riesgos durante el desarrollo de trabajos o actividades propias del cultivo, por ejemplo en aplicaciones vía aérea para el control de sigatoka en áreas de producción de banano. Por otro lado también se debe evitar la siembra de plantas con flores o frutos cercanas a la plantación, para disminuir el impacto de la deriva química sobre polinizadores¹⁷ o especies de borde, considerando el efectos de viento durante las aplicaciones o bien teniendo en cuenta el margen de error que pueden presentar algunos sistemas tecnificados de aplicación utilizados en finca. Consideraciones que podrían variar para una finca de manejo orgánico o bajo uso de tecnologías de menor deriva química. (Ver Paso 4).

e. Separación del cultivo 10 metros del ecosistema¹⁸.

Esta práctica está dirigida a disminuir la deriva y escorrentía de plaguicidas hacia los diferentes ecosistemas, manteniendo un área despejada o cordón sanitario entre el cultivo y la zona de protección del ecosistema, la cual a su vez funcionaría como zona de amortiguamiento durante las aplicaciones, realizadas vía aérea o terrestre (Ver figura 2).



Figura 2. Zona de amortiguamiento sin cultivo.
Foto: Finca Earth- Bloque #4, 2021

f. Manejo de una zona de no aplicación química.

En caso de que no sea factible manejar un área de separación entre el ecosistemas y el cultivo, una medida alternativa es definir una zona de no aplicación, a lo interno de la plantación y de forma paralela al ecosistema, en donde se utilicen alternativas no químicas de control de plagas y enfermedades (mecánicas o manuales).

En este sentido es importante colocar señalización en el límite de esta franja de manejo diferenciado y capacitar al personal al respecto. El ancho sugerido de la zona estaría acorde al método de aplicación utilizado: 5 metros, en aplicación mecánica, manual o focalizada y 10 metros, en aplicaciones presurizadas (motobomba, spray boom, otras).

g. Desarrollo de vegetación natural en canales primarios y secundarios.

Utilizando plantas herbáceas o arbustivas, de follaje denso pero poroso y perenne, que permitan con el tiempo la formación de un domo “efecto sombrilla” que recubra los taludes a lo largo de los canales. Estructura que ayudará a disminuir la deriva química y la contaminación de ecosistemas acuáticos cercanos. En la figura 3 se puede observar las gotas de fungicida, retenidas en el haz de la hoja durante el último ciclo de control de sigatoka *“Mycosphaerella fijiensis”* vía aérea.

Se puede priorizar la siembra, en aquellos canales que descargue el agua de forma natural o por medio de estaciones de drenaje a ecosistemas acuáticos naturales o artificiales (reservorios”).

¹⁵ Ver ficha #11 “Barreras Naturales en áreas de actividad humana”.

¹⁶ Ver ficha #19 “Zonas de protección de recurso hídrico”

¹⁷ Ver ficha #24 “Protección de polinizadores”

¹⁸ Una vez la zona de protección cumpla con los requisitos legales de distanciamiento y estructura vegetal



Figura 3. Barrera Vegetal en Canal Primario/ junto a la zona de protección de la Quebrada

h. Colocación de protectores en aspersores para fincas que manejan fertirriego.

La práctica busca evitar que durante la labor de irrigación, las gotas cargadas con fertilizantes nitrogenados y fosfatados lleguen a los canales de drenaje, generando un riesgo de contaminación en el agua de ecosistemas cercanos, favoreciendo la proliferación de especies invasivas y reduciendo el oxígeno disuelto en el medio. Por otro lado, de manera preventiva, se debe eliminar las aplicaciones de fertilizantes (edáficos o por fertirriego) cerca de pozos (distancia según ley) para evitar infiltración química a mantos acuíferos.



Paso 4. Uso de nuevas tecnologías de aplicación

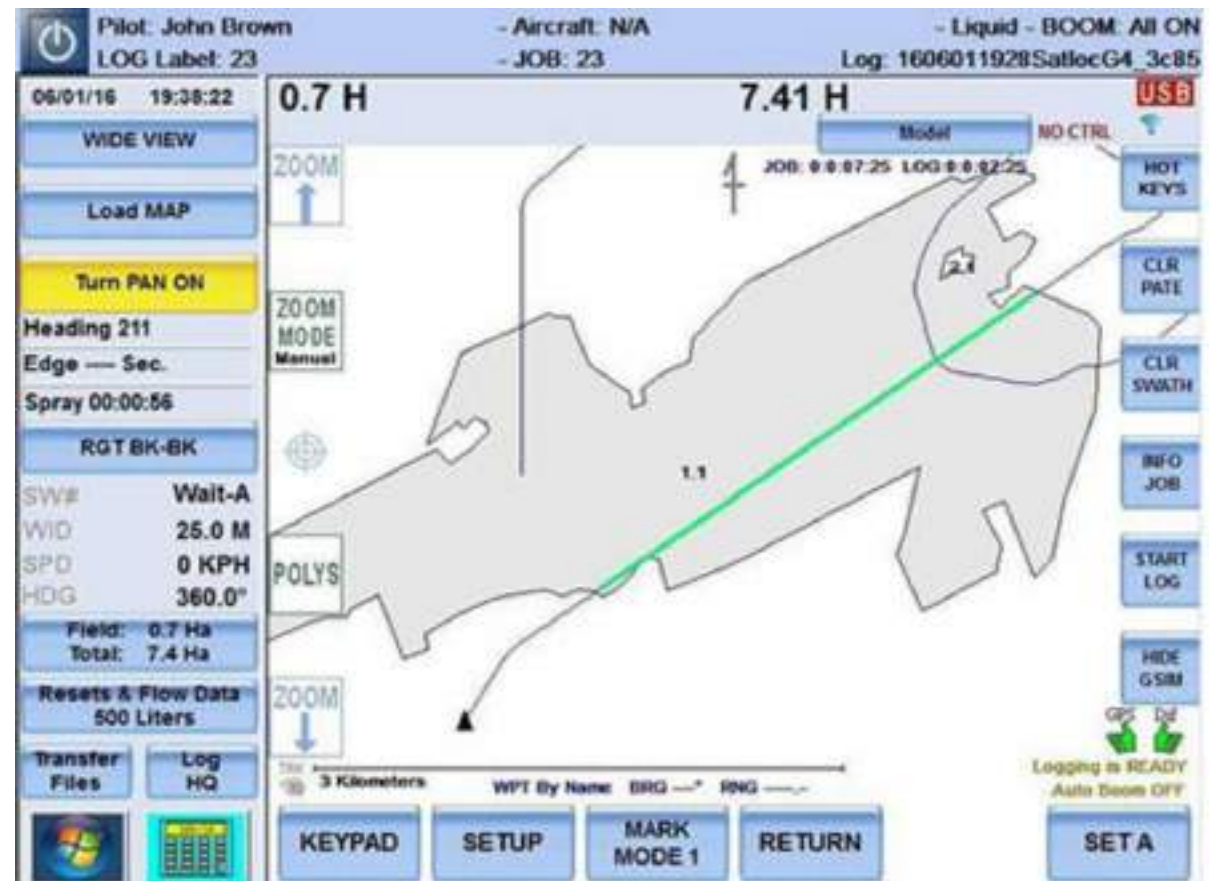
En áreas de producción de banano y piña, en donde se realicen aplicaciones de agroquímicos con equipos tecnificados¹⁹, es de especial interés la implementación de actividades de prevención y contención de la deriva química²⁰, siendo necesario considerar las variables que contribuyen a generarla; las cuales están principalmente relacionadas con la irregularidad del área objetivo, el sistema del equipo de pulverización²¹ y los factores meteorológicos presentes durante la aplicación.

A continuación una descripción de las variables:

a. Verificación y actualización de las áreas objetivo de aplicación.

Cuando se utilizan sistemas tecnificados de aplicación, la primera acción que debe realizarse es la actualización del área de cultivo que será sometida a controles químicos. En este sentido, las herramientas de medición a ser utilizadas (GPS) deben ser muy precisas para asegurar que los mapas o polígonos elaborados de las áreas de trabajo, sean incluidos sin errores en los sistemas informáticos de los equipos de aplicación (aviones, tractores), disminuyendo al máximo el riesgo de deriva o descarga directa de plaguicidas fuera del perímetro del cultivo (hacia áreas de uso público y en ecosistemas).

Una buena práctica es realizar una actualización de la información (superficie, perímetros y geometría de finca), cada vez que se aumente o adicionen nuevas áreas de cultivo, o bien cuando se cambia de proveedor del servicio de fumigación.



Ejemplo de job de fumigación/ Sistema Satloc G4 visto en la pantalla de la aeronave.

b. Consideraciones del sistema del equipo de pulverización y factores meteorológicos.

Para evitar la deriva química durante las actividades de aplicación, es necesario conocer de los factores que la generan y acciones que pueden ser implementadas para lograr un balance entre la aplicación exitosa del producto y la protección del medio ambiente:

- **Tamaño de la gota.** Este es el factor de mayor relevancia en relación con la deriva. Cuando una solución líquida se pulveriza a presión, se atomiza en gotas de diversos tamaños; de esta forma entre más pequeño el tamaño de la boquilla y mayor la presión de pulverización, más pequeñas las gotas y por ende mayor tendencia a derivarse. Una alternativa es utilizar boquillas antideriva que produzcan gotas con mayor diámetro volumétrico medio (DVM), respetando al mismo tiempo los rangos de presión óptimo especificado para cada tipo de boquilla, de esta forma también se asegura una cobertura uniforme de la aplicación.
- **Altura de pulverización:** A medida que la distancia entre la boquilla y el objetivo de aplicación aumenta, mayor es el impacto que la velocidad del viento puede tener en la deriva. La influencia del viento puede aumentar la proporción de gotas más pequeñas desviadas del objetivo; razón por la cual no se debe pulverizar a alturas mayores que aquéllas recomendadas por el fabricante de las puntas de pulverización.
- **Velocidad de trabajo:** El aumento de las velocidades puede hacer que el producto pulverizado se desvíe hacia las corrientes de viento ascendentes y los vórtices detrás del pulverizador, lo cual atrapa las gotas finas y puede contribuir a la deriva.



Imagen ilustrativa de fumigación aérea en cultivo de banano

¹⁹ Banano: uso de aeronaves para el control Sigatoka Negra "Mycospherella fijiensis"/ Piña: uso de spray boom en diversas aplicaciones de control.

²⁰ Deriva es un término empleado para aquellas gotas que contienen los ingredientes activos que no se depositan en el objetivo. Las gotas más propensas a la deriva son, por lo general, las gotas pequeñas, inferiores a 200 micras de diámetro y son fácilmente desviadas del objetivo por el viento u otras condiciones climáticas. [TeaJet Technologies, 2022.](#)

²¹ Pulverizar: fraccionar una masa sólida o líquida en partículas o gotas. Es el proceso que realiza un equipo pulverizador: fracciona la masa líquida contenida en el tanque, mediante un chorro proyectado por cañerías que se "rompe" en las boquillas hidráulicas o pastillas generando gotas de diferentes tamaños. [INTA, 2013.](#)

- Velocidad del viento: Entre los factores meteorológicos que tienen mayor impacto en la deriva, se encuentra la velocidad del viento. Por lo tanto, es importante efectuar los trabajos de aplicación durante las horas del día relativamente calmas. Generalmente, temprano por la mañana y al atardecer.
- Temperatura y humedad ambiental: Son variables importantes para considerar según el método de aplicación²². Las gotas pequeñas son especialmente propensas a la deriva debido a los efectos de la evaporación.

En general es necesario seguir las recomendaciones técnicas relacionadas con los tipos y tamaños de las boquillas, las metodologías y tiempos de calibración, así como de los volúmenes de los productos a ser aplicados, evitando favorecer que la actividad genere deriva²³.

En fincas de piña un ajuste recomendado para el spray boom, es la segmentación del brazo de aplicación en diferentes secciones que permitan una aplicación controlada mediante la apertura o cierre de válvulas según se requiera, ya sea por condiciones topográficas o irregularidades presentes en los bordes de los bloques de cultivo. De esta forma, un operario que maneje un tractor con sistemas tecnificados de aplicación, puede decidir extender o acortar el brazo o bien cerrar secciones para evitar afectar áreas no objetivo de aplicación, disminuyendo impactos, a la vez que se promueve una práctica de ahorro.

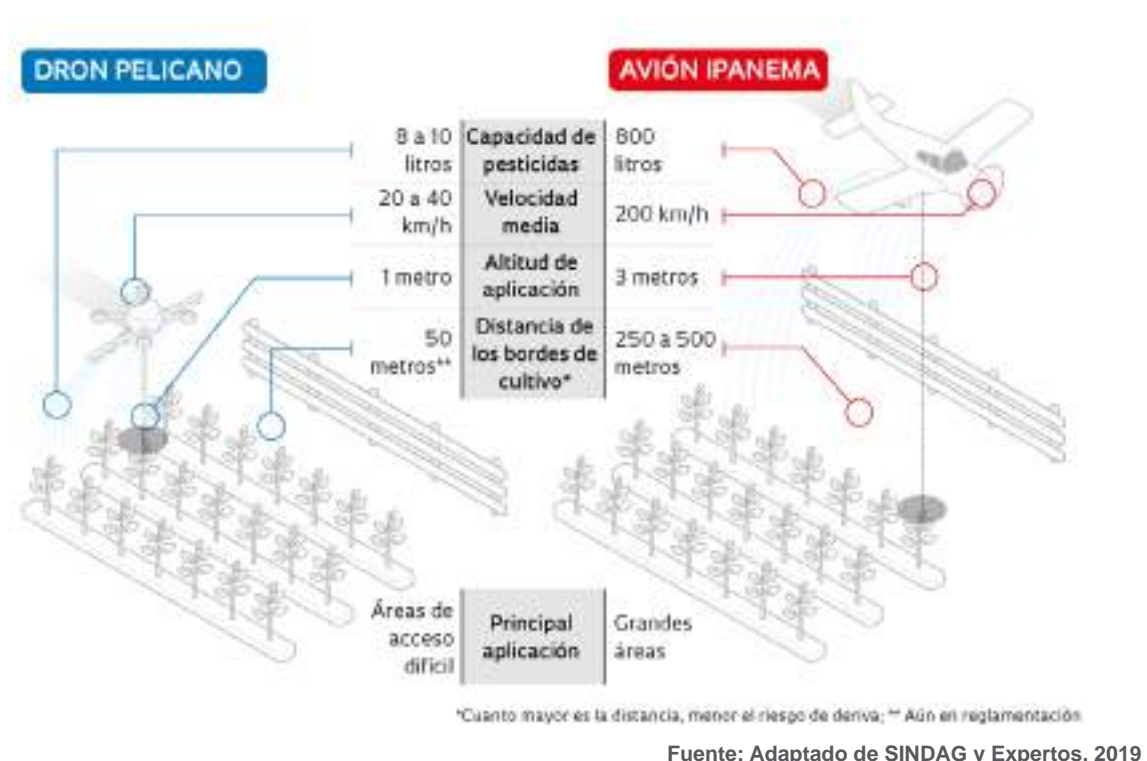
c. Métodos alternativos de aplicación

En áreas sensibles (cerca de vías públicas, ecosistemas y edificaciones), identificadas en el [Paso 1](#), se deben promover métodos alternativos de aplicación con un menor impacto por deriva, como el uso de [aviones ultraligeros](#) o [drones](#)²⁴, siempre y cuando esta actividad este permitida por ley y se demuestre cumplimiento con los requisitos técnicos aplicables.

En fincas productoras de banano en donde se utilicen drones, es importante establecer zonas de exclusión de fumigación aérea, en donde se puede distinguir claramente el área aplicada con el avión y la sección o franja sensible tratada con el dron. Actualizando, así el job de vuelo y definiendo un nuevo perímetro objetivo para las aplicación con aeronaves.

Aplicación aérea

Características principales de la fumigación mediante drones y aviones



d. Otras consideraciones aplicables a la fumigación aérea

- Para la fumigación aérea, las aeronaves utilizadas deben estar equipadas con sistemas de posicionamiento geográfico (GPS) y contar con válvulas de cierre automáticas (spray off/on) conectadas al GPS.

Después de cada aplicación, el equipo técnico de finca, puede verificar la efectividad del cierre de las válvulas en los plots o mapas de vuelo. En caso de evidenciarse pases con pulverización fuera del perímetro de finca afectando áreas sensibles (vías públicas, ecosistemas y edificaciones), se deben buscar soluciones conjuntas con el proveedor dirigidas a realizar ajustes a los sistemas, disminuir los márgenes de error²⁵, actualizar los jobs de fumigación (perímetros del área de cultivo) o realizar capacitaciones con los pilotos según aplique.

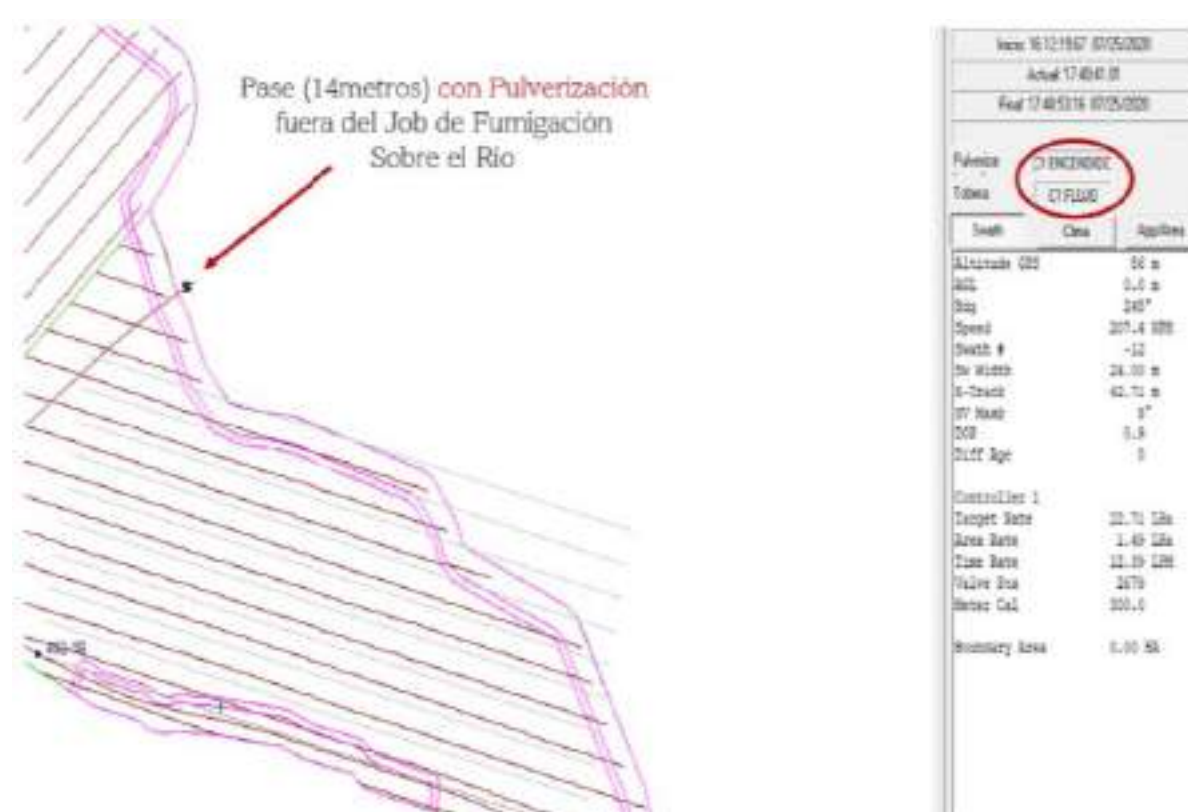


Imagen ilustrativa de fumigación aérea fuera del perímetro de finca

El sistema de cierre automático, debe utilizarse en todo momento, incluyendo las labores de repastos en áreas denominadas calientes o de mayor afectación por Sigatoka.

- Finalmente es importante contar con medidas de respuesta a emergencias, definidas entre las partes (proveedor de fumigación y finca), en donde se puedan detallar las acciones a seguir en caso de presentarse accidentes que generen contaminación en cauces naturales o áreas públicas. Considerando también sitio de descarga de emergencia en caso de necesitarse.

Paso 5. Medición y seguimiento de funcionalidad de las medidas implementadas.

El último paso es establecer un plan de monitoreo y medición de efectividad de las actividades de prevención, mitigación y control de contaminación por agroquímicos implementadas por la finca. Entre las medidas, se pueden citar:

- Uso de papel hidrosensible o olesensible, para medir si la deriva química está llegando a áreas claves (canales, ecosistemas, caminos, otros) posterior a realizarse un ciclo de aplicación. Lo cual permite evidenciar si se presenta deriva química a pesar de las acciones implementadas. (ver figura 4).
- Análisis de pesticidas en agua superficiales (realizado por un laboratorio acreditado), en sitios de descarga de canales a ecosistemas naturales, considerando plaguicidas y fertilizantes (cuya composición incluya Nitrógeno y Fosforo) utilizados en la finca y dentro del lapso de 24 horas posterior de haberse realizado una aplicación, aérea o terrestre.
- Verificación de mapas de aplicación cerca de áreas sensibles, para asegurar el cierre efectivo de boquillas.
- Consulta con terceros (vecinos) de posibles afectaciones posterior a cada aplicación.
- Verificación visual (en campo) de la efectividad de las aplicaciones realizados por trabajadores o proveedores, evitando sobredosificaciones, desperdicios de productos, al

²² Fumigación aérea: Aplicaciones temprano en las mañanas o al final de la tarde, y condiciones meteorológicas deseables para una buena pulverización, como temperaturas bajas, velocidad del viento ideal (entre 5 y 8 km/h) y alta humedad relativa (mayor a 70% HR). [INTA, 2010](#).

²³ Prácticas que también deben seguirse cuando se usan métodos de aplicación terrestre: con motobomba y mochila/bomba de espalda

²⁴ Estudios realizados en Finca San Pablo en Costa Rica, demuestran que la deriva en aplicaciones aéreas con RPAS-Dron es prácticamente nula después de los 5m del borde del cultivo debido a la baja turbulencia que genera el equipo; siempre y cuando se respeten las condiciones agrometeorológicas y el tamaño de gota (200-300µm) recomendadas para

este tipo de actividad agrícola. [CORBANA, 2021](#)

²⁵ De la cobertura del sistema de GPS (según cobertura de satélites- normalmente de 1 a 5 mtrs) y el Sprayoff (según consulta técnica, puede variar entre 0.1 a 0.2 segundos, lo cual en metros lineales representa entre 6 a 12 metros/según tipo y velocidad de la aeronave). Consulta: [AIFA](#).

tiempo que se controla la deriva, lixiviación, escorrentia e infiltración de residuos químicos en el medio ambiente.

- Uso de herramientas de evaluación de riesgo de deriva, como por ejemplo: [TOPPS- PROWADIS](#).



Figura 4. Papel hidrosensible.

Indicadores de desempeño

- Metros lineales de vías públicas con barreras naturales funcionales²⁶
- Número de canales primarios y secundarios con cobertura vegetal funcional²⁷
- # de pases con pulverización fuera del job de vuelo, sobre áreas sensibles.
- % de hectareas fumigadas con drones
- # de quejas por deriva química, presentadas por vecinos de la comunidad en el año
- # de plaguicidas sustituidos por otros de menor impacto ambiental
- Ahorro anual en \$ resultante de la optimización de los equipos de aplicación

Costo de implementación y recurso humano

Recurso Humano:

- *Interno:* Se sugiere la formación de un Comité Gestor en finca para facilitar la implementación de la medida, y el seguimiento a las actividades de prevención, mitigación y control de contaminación por agroquímicos
- *Externo:* Profesional especialista en sistemas tecnificados de aplicación.

Referencia de Costos:

- Elaboración de un mapa de áreas sensibles (\$100 a \$300)
- Consulta técnica para el desarrollo de planes de siembra de especies vegetales, por parte de un profesional (\$225 por día).
- Desarrollo de viveros o compra de plántulas (\$4-\$8 por árbol)
- Actividad de siembra y reposición de especies vegetales en áreas sensibles, realizado por personal de la finca. Valor base el salario mínimo legal por hora según país.
- Área de cultivo retirada para dar lugar a barreras naturales, el costo por área depende de la productividad de cada finca.
- Compra de equipo tecnificado de aplicación. Costo variable desde \$2.500 (Sistema Automático de Control de Dosis y Tramos Field-IQ) a \$20.000 (Sistema Satloc G4)
- Análisis de pesticidas en el punto de descarga de aguas residuales a ecosistemas, Variable según el número de moléculas y el número de muestras.

Resumen. ¿Por qué implementar esta medida?

Las actividades de prevención, mitigación y control de contaminación por agroquímicos deben ser parte integral de la gestión de la finca, con el objetivo de disminuir impactos en la salud de sus trabajadores, las comunidades vecinas y el medio ambiente en general.

Una persona productora que implemente la medida, no sólo contribuye a mantener la calidad del agua disponible, recurso utilizado en actividades de riego, procesamiento y consumo humano, sino también optimiza el uso de insumos químicos aplicados en el cultivo. Reduciendo así costos y emisiones de gases efecto invernadero. Prácticas que favorecen su imagen a nivel local, regional e internacional, facilitando la comercialización de la fruta en mercados internacionales, que demandan productos de calidad que respeten el medio ambiente.

²⁶ Barrera compacta con una altura igual o mayor al cultivo (banano) o una altura dos veces superior a las válvulas de aspersión (piña).

²⁷ Formación tipo domo que retenga la deriva.

Casos de éxito

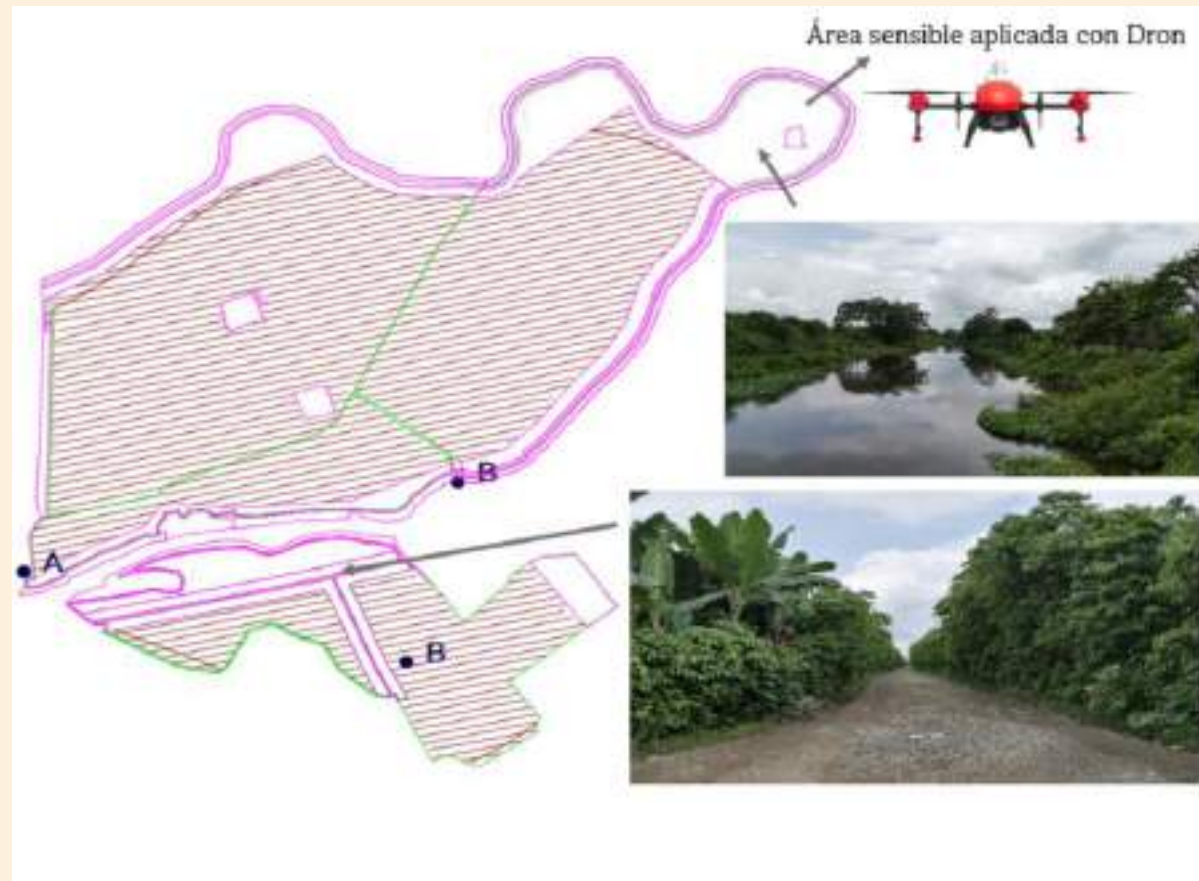


La finca Lola es una unidad de producción de banano de 209 hectáreas, perteneciente a la empresa [Dole](#), ubicada en la provincia de Los Ríos en Ecuador. Actualmente forma parte del proyecto de sostenibilidad de WWF, además cuenta con diferentes certificaciones internacionales tales como: Rainforest Alliance, Global Gap, AWS, entre otras.

Desde el 2015, se han realizado diversos esfuerzos no solo dirigidos a asegurar la efectividad del control de la Sigatoka en las plantaciones de banano, sino también a disminuir el impacto sobre el medio ambiente y las comunidades:

- Restauración de zonas de protección natural aledañas a los dos principales cauces naturales, área que actualmente representa 9,28 hectáreas.
- Eliminación de uso de herbicida para control de arvenses.
- Formación de barreras alrededor de la vía pública (2.779 metros lineales).
- Trabajo conjunto con el proveedor de fumigación aérea (empresa [AIFA](#)) para la mejora de los sistemas de aplicación, incluyendo actualización del software Satloc G4 Mapstar, mejoras en los sistemas de Spray off/on, reduciendo el margen de error a 0,1 segundos, revisión y seguimiento de los resultados de cada fumigación.

- Uso de [drones](#) en áreas sensibles (49,3hect), cerca de vías públicas y ecosistemas.



Actividades implementadas para el control de la deriva
Imagen: Finca Lola, Dole Ecuador 2022

Casos de éxito



[Upala Agrícola](#) es una empresa agroindustrial ubicada en la zona norte de Costa Rica, en el cantón de Upala, perteneciente a la provincia de Alajuela. La finca presenta una extensión mayor a las 2.500 hectáreas dedicadas a la producción y exportación de piña fresca. Actualmente se mantiene certificada bajo diversas normativas internacionales como parte de su compromiso de producción responsable y sostenible, entre ellas: ISO 14001, Global GAP, Rainforest Alliance, BRC Global Standards.

Para las aplicaciones de productos fitosanitarios y fertilizantes foliares, la finca cuenta con un grupo de 8 tractores con spray boom, dos de los cuales (106 y 112) tienen instalados sistemas [Trimble Field IQ](#), el cual permite controlar el avance de las secciones que son aplicadas diariamente, así como las dosis utilizadas, la altura de los brazos de aplicación y la apertura de los segmentos o secciones que integran cada brazo, permitiendo evitar sobredosificaciones y afectaciones por deriva en áreas sensibles como canales principales, cauces naturales, vías públicas, entre otros.

El sistema Field-IQ utiliza una pantalla CFX-750, la cual permite elegir la opción de interfaz que mejor se adapte a las necesidades y según la actividad que se realice. Esta tecnología va de la mano con las prácticas de [agricultura de precisión](#) que implementa la finca desde el 2016, en donde los mapas de cada lote fueron previamente rectificadas y medidos con drones, antes de incorporarlos al sistema; lo cual ha generado múltiples beneficios, entre ellos la optimización del volumen de las mezclas aplicadas, con un ahorro estimado cercano a 1.000 litros por hectárea.

Por otro lado la finca también ha trabajado otras prácticas para control deriva, asociadas al incorporación de boquillas antideriva en los equipos de aplicación, la implementación de barreras naturales, el no uso de herbicidas en el manejo de rastrojo y para el control de coberturas en caminos internos; así como el manejo de zonas de separación entre el cultivo y los ecosistemas naturales (cordones sanitarios), entre otros.



Referencias

- [1] More people, more food, worse water? a global review of water pollution from agriculture. <https://www.fao.org/3/CA0146EN/ca0146en.pdf>
- [2] Concepto de plaguicida. <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/glossary/es/#:~:text=Un%20%22plaguicida%22%20es%20cualquier%20sustancia,piensos%2C%20o%20que%20pueda%20administrarse>
- [4] Acute pesticide poisoning: a proposed classification tool. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2647412/pdf/08-041814.pdf>
- [5] Ríos hormonados Amplia presencia de plaguicidas disruptores endocrinos en los ríos españoles. <https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/adjuntos-spip/pdf/informe-rios-hormonados.pdf>
- [6] Cadena trófica. <https://sites.google.com/site/biotasite/home/cadenas-troficas>
- [7] Definición de eutrofización. <https://www.greenfacts.org/es/glosario/def/eutrofizacion.htm>
- [8] Concepto de lixiviación. <https://definicion.de/lixivacion/>
- [13] Manual de manejo integrado de cultivos. <http://www.unicoop.com.py/admin/archivos/manual-integrado-de-cultivos.pdf>
- [20] Pulverización- Información Técnica. https://www.teejet.com/-/media/dam/agricultural/usa/sales-material/catalog/technical_information.pdf
- [21] Aplicación terrestre de plaguicidas: ¡hay que cambiar la forma de trabajar! Los barbechos químicos ofrecen una gran oportunidad. <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-otra-forma-de-pulverizar.pdf>
- [22] Inversión Térmica, meso meteorología aplicada a la reducción de deriva en pulverizaciones aéreas <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/pulverizacion-aerea-inversion-termica-t28556.htm>

[24] Medición de la deriva en aplicaciones aéreas de fungicidas para el combate de la sigatoka negra con sistema de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS-drones) en el cultivo de banano. (pdf) medición de la deriva en aplicaciones aéreas de fungicidas para el combate de la sigatoka negra con sistema de aeronaves pilotadas a distancia (RPAS-drones) en el cultivo de banano. (researchgate.net)

Otras consultas:

- 10 maneras de reducir la lixiviación del nitrógeno. <https://www.yara.es/agricultores-para-el-futuro/agricultura-eficiente/lixivacion-nitrogeno/>
- Aplicación aérea para el control de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en el cultivo de banano (*Musa Acuminata*). <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/DUARTE%20FUENTES%20DANIEL%20FERNANDO.pdf>
- El agua para la agricultura de las Américas. <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/6148/BVE17109367e>.
- Fabricación de spray booms, e implementos agrícolas. <https://www.spraycocr.com/fabricacion-de-spray-booms-e-implementos-agricolas/>
- Fumigación Aérea: La aviación al centímetro. <https://www.aeromundomagazine.com/2017/06/07/fumigacion-aerea-la-aviacion-al-centimetro/>
- Fumigación con drones. <https://revistapesquisa.fapesp.br/es/fumigacion-por-drones/>
- Manual de Plaguicidas de Centroamérica. <http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/>
- Satloc G4- Guía de Instalación. https://satloc.com/wp-content/uploads/2020/03/Satloc-G4-Install-Guide-spanish-875-9307-000_RevA1.pdf