

Análisis de herbicidas químicos para el manejo de malezas en el cultivo de plátano

Chemical herbicide analysis for weed management in banana crops

Leontes Leonidas Zambrano Barcos¹ (lzambrano@uagraria.edu.ec) (<https://orcid.org/0009-0003-2774-5635>)

Albino Deciderio Ávila Franco²(aavila@uagraria.edu.ec) (<https://orcid.org/0000-0003-3874-1499>)

Henry Paúl Villón Leoro³ (hvillon@uagraria.edu.ec) (<https://orcid.org/0009-0007-6808-2697>)

Arnaldo Otón Barreto Macías⁴ (barreto@uagraria.edu.ec) (<https://orcid.org/0000-0002-0089-1419>)

Resumen

Dentro de la vegetación nativa ecuatoriana se ha considerado que, la maleza (arvense) es la planta que en un momento dado puede competir por agua, nutrientes, luz, espacio y gas carbónico (CO₂) con un cultivo, afectando a la productividad en cantidad y calidad. De tal manera, esta investigación tiene como objetivo analizar la eficiencia de dos herbicidas químicos para el control de malezas en el cultivo de plátano, y así determinar el efecto que causa tanto la Ametrina como el Glufosinato de Amonio. Sobre la base del análisis de resultados, en el uso combinado de los herbicidas mencionados se observó un mayor porcentaje de eficacia en el control de malezas en el cultivo de plátano (*Musa × paradisiaca*). En comparación con los otros tratamientos aplicados, esta estrategia es relevante, ya que garantiza un buen crecimiento y desarrollo esencial del cultivo.

Palabras claves: herbicidas, Ametrina, maleza, Glufosinato

¹ Ingeniero Agrónomo, Magister en Ingeniería Agrícola, Universidad Agraria del Ecuador.

² Ingeniero Agrónomo, Magister en Ciencias en Agricultura Tropical Sostenible, Universidad Agraria del Ecuador.

³ Ingeniero Agrónomo, Máster en Sanidad Vegetal, Universidad Agraria del Ecuador.

⁴ Ingeniero Agrónomo, Máster en Sanidad Vegetal, Universidad Agraria del Ecuador.

Abstract:

Within the Ecuadorian native vegetation, weeds have been the plant that at any given time can compete for water, nutrients, light, space and carbon dioxide (CO₂) with a crop, affecting productivity in quantity and quality. Thus, this research aims to analyze the efficiency of two chemical herbicides for weed control in banana crops and thus determine the effect caused by both Ametrine and Ammonium Glufosinate. Based on the analysis of results, through the combined use of the herbicides Ametrine and Glufosinate ammonium, a higher percentage of effectiveness was observed in the control of weeds in the plantain crop (*Musa × paradisiaca*). Compared to the other treatments applied, this strategy is relevant since it guarantees good growth and essential development of the crop.

Keywords: herbicides, Ametrine, weed, Glufosinate

Introduction

El plátano (*Musa × paradisiaca*) es nativo en Asia meridional, dado en el Mediterráneo desde el año 650 d.C. Esta especie tuvo un acercamiento a Canarias en el siglo XV y, desde aquel tiempo, fue trasladado a América, para su manejo, en el año 1516. Este cultivo fue dado comercialmente en los inicios del siglo XIX y principios del siglo XX. Se debe tener en cuenta las referencias relativas al cultivo del plátano, por lo cual estos fueron procedentes de la India (Amaya et al., 2018).

El cultivo de plátano, en el Ecuador, representa una gran fuente para economía y la seguridad alimentaria. Desde el punto de vista socioeconómico, el plátano está produciendo fuentes duradero y provisional de empleo, también sirve para abastecer alimentos muy ricos en energía a la mayor parte de la población campesina y en las ciudades (Amaya et al., 2018).

Por otro lado, dentro de la vegetación nativa, se ha considerado que la maleza (arvense) es la planta que en un momento dado puede competir por agua, nutrientes, luz, espacio y gas carbónico (CO₂) con un cultivo, afectando a la productividad en cantidad y calidad. Otro impacto es la acción de albergar plagas y enfermedades, aumentando los costos de producción. En algunos casos, liberan sustancias tóxicas que dificultan el crecimiento normal de las plantas. De ahí que, durante el primer ciclo de producción del plátano, el efecto de la competencia por maleza pasa

inadvertido para el agricultor y se ve solo al momento de la cosecha, representado en el bajo peso de los racimos y en la mala calidad del fruto (Vezina & Baena, 2018).

La competencia ejercida por las malezas en los cultivos permanentes y semipermanentes ocasiona graves dificultades debido al crecimiento inicial lento que estos cultivos presentan, por lo cual sus efectos solo pueden ser medidos en la fase productiva, cuando ya son irreversibles. Las condiciones ecológicas en que se desarrolla el cultivo del plátano en nuestro país son diversas y, en consecuencia, se lo encuentra compitiendo con poblaciones de malezas muy diversificadas.

Además de la competencia que ofrecen al cultivo, algunas malezas han sido reconocidas como huéspedes de enfermedades y plagas. La escasa tecnología generada sobre la materia en nuestro medio encuentra también dificultades para su transferencia rápida, pues esta ha sido desarrollada en zonas parcialmente tecnificadas y su aplicación en áreas diferentes no es aconsejable.

Las malezas afectan directa e indirectamente el rendimiento de los cultivos mediante un proceso de interferencia que incluye la competencia por agua, luz, espacio, nutrientes y la alelopatía que es el fenómeno mediante el cual las malezas liberan sustancias tóxicas que dificultan el crecimiento normal de las plantas de cultivo. Generalmente, el efecto más espectacular de estas interferencias es la reducción de los rendimientos, pues en algunas ocasiones los síntomas de la competencia pueden pasar inadvertidos durante el ciclo inicial de crecimiento.

Estado del arte

Infoagro (2023) expresa que el manejo de malezas consiste en la realización de diferentes medidas preventivas y que en los plataneros el control de las malas hierbas resulta un grave problema dado que el sistema radical de las plataneras es superficial, es importante reducir la competencia con las malas hierbas por el agua, la luz y los nutrientes. Además, muchas de estas plantas son hospedadoras de enfermedades e insectos plaga.

Mediante la integración de métodos culturales, mecánicos y químicos y su efectividad, el manejo de malas hierbas dependerá de la oportunidad y eficiencia con que se realicen. El control manual es la forma tradicional de controlar las malas hierbas, aunque requiere mucha mano de obra y presenta elevados costos. Tiene, además, el inconveniente de que en climas lluviosos las malezas se recuperan rápidamente. Lo anterior consiste en la utilización de herramientas como el machete

para eliminar las malas hierbas. Se recomienda durante el establecimiento del cultivo, ya que permite un control de malezas selectivo sin causar perjuicios a las plantas (InfoAgro, 2017).

Según Caballero (2019), el control de malezas consiste exactamente en mantener libre al cultivo de la competencia de malezas o hierbas dañinas pues, en la etapa inicial, el cultivo es vulnerable a la competencia de las malezas, debido al crecimiento lento. Por lo tanto, es necesario realizar el control durante los primeros 3 a 4 meses después de la siembra, hasta conseguir que las plantas cubran la superficie o espacios entre plantas, a fin de obtener alto rendimiento.

Examinar el nivel de incidencia de malezas en cultivos de plátano (*Musa × paradisiaca*)

La propagación de malezas en las zonas plataneras de nuestro país es un problema frecuente y un motivo muy directo para impedir la obtención de mayores rendimientos. En general, el control de malezas eficaz y económico a menudo requiere el uso de productos químicos, y es importante tener en cuenta las características clave del manejo de herbicidas, como la selectividad, filtración, duración, dosis, concentración y permanencia en el suelo (FAO, 2019).

Sin embargo, el uso de químicos para controlar el ataque de malezas ha creado una serie de problemas como la contaminación del agua que se transporta de los campos a los ríos, donde ingresa en la cadena. Los alimentos provocan la muerte de muchas formas de vida que son esenciales para el equilibrio de algunos ecosistemas. En general, se acepta que las malas hierbas son un problema para los bananos y los cultivos porque compiten por el agua, los nutrientes y la luz (FAO, 2019).

La deficiencia de nitrógeno en las plantas de cultivo a menudo refleja esta competencia, que se manifiesta con clorosis de las hojas jóvenes, la reducción de la altura y el grosor, la maduración tardía y la reducción del rendimiento. Chou afirma que los efectos alergénicos de ciertas malezas son casi con certeza dañinos para estos cultivos. Este autor también afirma haber demostrado los efectos alergénicos de dos legumbres, las cuales son *Centrosema* sp. e *Indigofera* sp (Andrade & Espinal, 2021).

Importancia de las malezas en el sistema agrícola

El término "maleza" se utiliza para nombrar toda planta que crece en un lugar no deseado, plantas "fuera de lugar" o "plantas indeseables". Que se catalogue o no a una planta como mala hierba, depende de la opinión del observador (Castro et al., 2019). El rechazo de los agricultores por estas plantas es debido al impacto negativo que ocasionan sobre el rendimiento de los cultivos, al competir por los nutrientes, el agua y la luz, perjudicar la cantidad y calidad de la producción agrícola, interferir en las labores de cosecha. De manera general, se acepta que ocasionan una disminución de la producción entre 30% y 50% (D-Saf, 2023).

Tales pérdidas o daños varían según los países, regiones del mundo y cultivos afectados. En Colombia, la estimación de pérdidas ocasionadas por las malezas en los principales cultivos, sin incluir banano, fue 35%. Para este cultivo, no hay estimaciones actualizadas de pérdidas ocasionadas por malezas, pero en general, se aceptan como un problema cuyo control incide en los costos totales de producción. En 1999, Augura fijó la participación en la estructura de costos del control químico de malezas en 1,25%, incluyendo mano de obra e insumos (Aguilar & Carpio, 2021).

Un buen control durante este periodo mejora la eficiencia del uso de fertilizantes, acelera el crecimiento y aumenta el rendimiento. Un segundo periodo de competencia es señalado por Plaza, entre el brote de la flor y el engrosamiento de los frutos. Reportó como etapas críticas, las de la fase vegetativa temprana de crecimiento hasta los tres y seis meses después del trasplante y la época de desarrollo del racimo, en las que el rendimiento se ve afectado. Para la zona bananera de Magdalena, no se ha reportado un periodo crítico de competencia, ni el efecto verdadero que pueda tener la duración de los intervalos de deshierbe (Aguilar & Carpio, 2021).

Sánchez (2018) destacó que las malezas más agresivas asociadas al cultivo de banano y plátano son gramíneas, entre las cuales sobresalen: *Axonopus compressus*, *Cynodon dactylon*, *Digitaria abyssinica*, *Imperata cylindrica*, *Panicum máximum*, *Paspalum scrobiculatum*, *Paspalum conjugatum*, *Pennisetum purpureum*, y la *Cyperaceae*.

Problemática de malezas en el cultivo de plátano (*Musa × paradisiaca*)

Las malezas compiten con el cultivo por agua, luz y nutrientes, además muchas son hospederas de enfermedades e insectos plagas. El manejo de las malezas se debe realizar mediante la integración de métodos culturales, mecánicos y químicos. Su efectividad dependerá de la oportunidad y eficiencia con que se realicen (FAO, 2019).

En los platanares el control de las malas hierbas resulta un grave problema, dado que el sistema radical de la platanera es superficial, es importante reducir la competencia con las malas hierbas por el agua, la luz y los nutrientes, ya que estas llegan a reducir hasta el 60% de la producción. La magnitud de este problema es tal, que el 33% de los costos directos de operación en el cultivo del plátano corresponden al control de las malezas (Soto & Ruiz, 2018).

Tabla 1. Malezas agresivas en el cultivo de plátano

Nombre científico	Nombre vulgar
<i>Commelina diffusa</i>	"Siempreviva"
<i>Echinochloa crusgalli</i>	"Moko de pavo"
<i>Cynodon dactylon</i>	"Grama o Bermuda"
<i>Ruellia tuberosa</i>	" Violetilla o rabanito"
<i>Eichhomia crassipes</i>	"Lirio acuático"
<i>Cyperus rotundus</i>	"Coquito"
<i>Solanum sp.</i>	"Hierba mora"

Fuente: Quintero (2018)

Métodos de control de malezas en el cultivo de plátano (*Musa × paradisiaca*)

Prevención

La diferenciación en el tiempo de los cultivos sembrados en un mismo predio es un medio fundamental y bien conocido para el control preventivo de las malezas. Los diferentes cultivos requieren distintas prácticas culturales las cuales son un factor de interrupción del ciclo de crecimiento de las malezas y, como tales, previenen la selección de la flora hacia una mayor abundancia de las especies problemáticas (Castro et al., 2019). En contraste, el cultivo continuado selecciona las malezas favoreciendo aquellas especies que son más similares al cultivo y tolerantes a los distintos métodos usados para el control de maleza, por medio de la aplicación reiteradas de las mismas prácticas culturales año tras año (FAO, 2016).

Control mecánico

Se utiliza para combatir malezas en áreas limitadas puede utilizarse mano de obra provista de herramientas como machetes, lampas, etc. Sin embargo, en nuestra zona de selva hay escasez de mano de obra que no permite el uso oportuno del personal cuando se trata de controlar superficies medianas o grandes (Karlen, 2021).

Control cultural

Se utiliza en el uso y manejo de las prácticas agronómicas, para crear un ambiente poco adecuado para el desarrollo de las malezas. Entre estas prácticas se considera al uso de variedades mejoradas, de buena calidad y adaptadas a la zona; buena preparación del suelo, creando ambiente poco favorable para el desarrollo de ciertas especies de malezas y fertilización adecuada, teniendo en cuenta las necesidades del cultivo; densidades óptimas de siembra que debilitan las malezas, por medio de la competencia y rotación del cultivo para reducir la infestación de malezas (Medrano, 2020).

Control biológico

Se considera un método de control de plagas, enfermedades y malezas que consiste en utilizar organismos vivos con objeto de controlar las poblaciones de otro organismo. En el cultivo de plátano se práctica, especialmente, en el control de plagas, pero en el control de enfermedades y de malezas estos se encuentran en estudio, aunque los primeros resultados científicos dan cuenta alentadora para la formulación de bioherbicidas (Norambuena, 2018).

En la agricultura del futuro, ya se considera con bastante énfasis a los bioherbicidas, en el caso del coquito (*Cyperus rotundus*), ya que se lo puede controlar con el hongo *Dactylaria higginsii*. Estudios experimentales realizados dan como control biológico que la maleza agresiva Cardo Común (*Corisium vulgare*) es controlada por la mosca *Urophora stylata* (Smith, 2022).

Control químico

Este método constituye el adelanto más importante en el control de malezas caracterizándose por el uso de sustancias químicas capaces de destruir las malezas total o parcialmente sin hacer daño al cultivo, para lo cual se toma en cuenta la selectividad de los herbicidas. Los herbicidas son aplicados al follaje de las plantas o al suelo de donde son absorbidos por las raíces (Helfgott, 2019).

Analizar la eficiencia en el control de arvenses en cultivos de plátano (*Musa × paradisiaca*) mediante la utilización de dos herbicidas químicos

El Paraquat es muy apreciado para controlar las malezas anuales en bananos y cultivos, pero es altamente tóxico para los humanos y no debe usarse si las habilidades del usuario están en duda. Entre los herbicidas activos en el suelo, ametrina, diuron y simazina son ampliamente recomendados y tienen ventajas sobre el Paraquat y el Glifosato, persisten en el suelo impidiendo el crecimiento de muchas malezas, pero a diferencia del glifosato, no controlan especies perennes (FAO, 2016).

Dada la importancia del cardo, se puede anticipar la función de algunos insecticidas para pastos relativamente nuevos, como diclofopmetil, fluazifopbutilo, fenoxapropetilo, haloxifopmetilo, posiblemente alofopetilo y setoxidim, pero hay poca evidencia de que estos productos hayan sido evaluados y aprobado para su uso en bananos y bananos. Por último, los herbicidas no deben considerarse una panacea para todos los problemas de malezas en bananos y bananos. Tienen la capacidad de resolver problemas y de crearlos. El uso de herbicidas debe complementarse con otras estrategias de manejo de malezas para evitar riesgos, como el desarrollo de malezas resistentes (FAO, 2016).

Productos en estudio

Ametrol

- Ingrediente activo: Ametrina
- Concentración: 500 g/L de formulación a 20 °C.
- Acción fitosanitaria: herbicida selectivo sistémico preemergente y postemergente.
- Toxicología: III-Medianamente tóxico

Modo de acción: Ametrol 500 SC es un herbicida que mata una amplia gama de malezas, incluidas las de hoja ancha y gramíneas, y mantiene los cultivos limpios durante meses.

Ametrol 500 SC debe aplicarse con la humedad adecuada del suelo y puede aplicarse antes o después de la emergencia según la necesidad o el tipo de cultivo.

Cuando se utilice en postemergencia, no permita que las malas hierbas crezcan más de tres hojas; las malezas más grandes requieren dosis más altas de herbicida y son más difíciles de controlar (Mora, 2018).

Compatibilidad y fitotoxicidad: Ametrol 500 SC es compatible con los herbicidas: Paraquat, M.S.M.A., terbutilazina, 2,4-D, diuron, hexazinona, ametrina (De Liñan, 2019).

Glufosinato de amonio

- Ingrediente activo: Glufosinato de Amonio
- Concentración: 200 g/L

- Acción fitosanitaria: herbicida de contacto que actúa en los tejidos verdes de las plantas susceptibles, donde penetra, principalmente, a través de las cutículas. No es absorbido por las raíces de las plantas.

Modo de acción: basta 150 SL es un herbicida de amplio espectro que penetra a través de los tejidos verdes de las plantas susceptibles, donde actúa sobre la biosíntesis de Glutamina. Utilizado de acuerdo con las recomendaciones dadas, presenta bajo riesgo de fitotoxicidad al cultivo del banano, el cual demuestra alta tolerancia a este herbicida, tanto en plantas adultas como en los "hijos" y "nietos" (PlantMedia, 2023).

El Glufosinato interfiere la acción de la enzima glutamina, sintetiza esta alteración, causa la acumulación del amoníaco que es una fitotoxina, la cual permite el efecto herbicida: inhibición de la síntesis de Glutamina, disminución en la tasa fotosintética, detención del crecimiento, decoloración de tejidos verdes y, por último, necrosis de los órganos donde el producto ha sido absorbido.

Compatibilidad y fitotoxicidad: se recomienda hacer pruebas previas de compatibilidad con otros productos. No fitotóxico bajo las recomendaciones de uso recomendadas (BASF, 2023).

Desarrollar una estrategia de manejo de malezas mediante intervalos de frecuencia de aplicación de los herbicidas

El control de las malezas se realiza principalmente a través de la combinación de labores mecánicas y el uso de herbicidas químicos. La valoración sistemática de las pérdidas y daños causados por las malezas y las vías para implementar métodos mejorados para su control. Sobre la base de este conocimiento, el agricultor debe, primeramente, construir una estrategia general de manejo de las malezas dentro de su secuencia de cultivos comerciales y, después, elegir el mejor método de control directo de las malezas durante los ciclos de cultivo. Además, es necesario recordar que el manejo de las malezas está siempre estrictamente vinculado al manejo del cultivo (Labrada, 2017).

El control químico de los herbicidas proporciona un método práctico de control de malezas y permiten cumplir con las recomendaciones de labranza mínima en los campos de banano. La eficacia económica del control químico varía en todo el mundo; en algunos países es prácticamente imposible producir plátanos sin herbicidas, mientras que, en otros, especialmente, en los países más pobres o en desarrollo, rara vez se utilizan herbicidas cuando son prácticos o apropiados. Sin embargo, en todos los países es posible utilizar herbicidas para un control seguro y eficaz de las malas hierbas en bananos y plátanos.

Según Hipo (2017), para evitar la difícil tarea de seleccionar un producto entre los muchos disponibles, se recomienda encarecidamente a los lectores que consideren el glifosato como su primera opción. Este herbicida es muy eficaz contra la mayoría de las malas hierbas herbáceas, incluidos los pastos perennes y los cereales, que pueden ser un problema para los bananos y plátanos. Baja toxicidad (el producto más comúnmente utilizado tiene una LD50 oral aguda en ratas = 5,4 g/kg) y sin residuos nocivos en el suelo después de la aplicación.

Se puede utilizar para eliminar las malas hierbas perennes antes de plantar, por lo que debe introducirse en el cultivo con cuidado y determinación. El tratamiento debe realizarse con la frecuencia necesaria. Por ejemplo, en Puerto Rico, el tratamiento óptimo para lograr control de malezas, rendimiento y fitotoxicidad mínima durante el ciclo de siembra-cosecha es de tres aplicaciones de una solución de glifosato al 1% con seis semanas de diferencia también se podrían crear sistemas similares para otros lugares (Parker, 2017).

Otros productos utilizados serán Ametrina, un herbicida sistémico de pre y postemergencia en forma de polvo humectable para control. Mata las malas hierbas impidiendo la fotosíntesis. Combina exposición y efectos residuales para proporcionar control a largo plazo. Es muy práctico, la dosificación de Ametrina 500 g/L de formulación a 20 °C, primero mezclarlo en un recipiente con una pequeña cantidad de agua en un balde o frasco, rompa bien los trozos; cuando la mezcla esté suave, agregue la cantidad restante de agua y mezclar bien. Asegúrese de estar bien preparado para el desmalezado y el tratamiento de cultivos antes de la germinación. Tierra (sin terrones). Se recomienda regar inmediatamente después del riego. Aplicar tierra con humedad cercana a la capacidad de campo.

En tratamientos de postemergencia y tratamientos de malezas de postemergencia temprana, los herbicidas son más eficaces cuando se aplican, cuando han surgido la mayoría de las malas hierbas. Pero antes de que alcance una altura de 5 cm, si el pasto es abundante antes de que nazcan. Se recomienda utilizar de 300 a 400 litros de agua/ha para esparcir el spray. Cuando se utiliza con equipos terrestres, aplicar al anochecer o al amanecer (Palacios, 2019).

Características del Glufosinato

Herbicida sistémico

Estos se aplican en las hojas, se absorben y la savia lo traslada a las raíces para que toda la mala hierba quede envenenada, ejemplo de ello es el Glifosato o Sulfatado. Son los que pueden con las malas hierbas perennes. Una vez introducidos en la planta se transporta por el floema y xilema hasta la zona de actuación que suelen ser los órganos de crecimiento (Neder, 2020).

De esta forma se extienden por toda la planta ejerciendo su efecto tóxico en todos los lugares incluidas las raíces; esto les hace particularmente eficaces en 19 plantas perennes al destruir los rizomas y bulbos que les otorgan la persistencia. Pueden aplicarse sobre las hojas y su transporte se realiza por el floema hasta la raíz, o en el suelo para ser absorbidos por la raíz y es transportado por la xilema hasta las hojas (Valverde, 2019).

Método de uso

Los herbicidas se pueden aplicar al follaje o al suelo. Los que se aplican al follaje y afectan solamente la parte tratada se describen como herbicidas de contactos, mientras que aquellos que se traslada fuera del follaje tratado hacia un punto de acción en otro lugar de la planta se denominan herbicidas sistemáticos (Rodríguez, 2020).

Algunos herbicidas residuales tienen acción de contacto y afecta las raíces y tallos en la medida en que emerge de la semilla, mientras que otros entran en la raíz y las partes subterráneas de la planta y se trasladan a su punto de acción.

Control manual y mecánico

La limpieza manual, denominada “plateo”, se hace con machete sobre la unidad de producción en un radio de 1 m a partir del pseudotallo. El control mecánico, denominado “chapia”, se efectúa con guadaña y consiste en la poda de dos centímetros, evitando descubrir totalmente el suelo (Inia , 2018).

La limpieza se mantiene durante el primer año de establecido el cultivo del plátano (*Musa × paradisiaca*), iniciado a las cuatro semanas de la siembra, realizada en ciclos calendario de 4 a 6 semanas, dependiendo de las condiciones climáticas y tipo de malezas prevalentes. Se consideran métodos eficaces para el control de la mayoría de las especies asociadas al cultivo, especialmente, las de hojas anchas, y los más usados por pequeños productos, aunque representan un alto costo por el requerimiento de mano de obra (Cherlinka, 2019).

Marco contextual

Según Caseley (2018) nos menciona que los herbicidas de aplicación al suelo que generalmente afectan la germinación de las malezas tienen que persistir por algún tiempo para ser efectivos y se denominan herbicidas residuales.

Relación con malezas

En el estudio de las malezas, se puede establecer a través de la comprensión de la materia orgánica, restos de plantas y otros materiales en descomposición se puede influir en el crecimiento y propagación de las malezas, además, el control de malezas puede aplicar métodos como la eliminación física con el uso de herbicidas o la implementación de prácticas agrícolas.

Relación con producción de cultivo II

En relación con la producción de cultivo II, se debe utilizar un manejo adecuado de residuos vegetales en la siembra densa para sombrear el suelo y reducir la germinación de malezas y el uso selectivo de herbicidas para prevenir la propagación de malezas.

Relación con geoinformación

Con la materia de geoinformación se puede trabajar mediante el uso de tecnologías de teledetección y sistemas de información geográfica (SIG). Estas herramientas permiten mapear y monitorear la distribución y densidad de las malezas en un área agrícola. Con esta información se pueden tomar decisiones más precisas sobre la aplicación de herbicidas, la implementación de medidas preventivas y la planificación de estrategias de control.

Relación con riego

Se puede lograr mediante el uso de técnicas de riego adecuadas como el riego por goteo que permite aplicar agua directamente a las raíces de las plantas y reduce la humedad en las áreas donde crecen las malezas, además, el uso de coberturas vegetales puede ayudar a suprimir el crecimiento de malezas al bloquear la luz solar y reducir la germinación de las semillas.

Relación con drenaje

Tener un buen drenaje ayudará a reducir la acumulación de agua en el suelo, lo cual puede limitar el crecimiento de las malezas. Además, al mejorar la estructura del suelo se promueve un mejor desarrollo del cultivo lo que puede competir más eficientemente con las malezas y reducir su crecimiento.

Relación con construcción agraria

Con la materia de construcción agraria se puede dar el uso utilizar prácticas constructivas adecuadas en la agricultura, por ejemplo, la construcción de barreras físicas como cercas, muros o coberturas vegetales puede ayudar a prevenir la propagación de las malezas hacia los cultivos con el uso de materiales de construcción como plásticos, telas o láminas puede crear una capa protectora que impide el crecimiento y desarrollo de las malezas.

Materiales y métodos

La presente investigación es de tipo experimental, en ella se realiza la evaluación de dos herbicidas químicos sistémico y de contacto para el manejo de malezas en el cultivo de plátano

dominico. La finalidad principal es conocer la eficiencia de estos productos con el propósito de mantener el área de cultivo en óptimas condiciones, libre de la presencia no deseada de arvenses.

Se realiza la implementación de un diseño experimental en bloques completamente al azar (DBCA) considerando las condiciones específicas de cada metro cuadrado. Asignando aleatoriamente los tres tratamientos en el metro cuadrado.

Tratamientos

Se seleccionaron los dos herbicidas químicos, uno sistémico y otro de contacto. Son ampliamente utilizados en el manejo de malezas en cultivos de plátano, estableciendo concentraciones y dosis adecuadas sobre la base de las recomendaciones del fabricante y consideraciones agronómicas.

T1: AMETROL 500 SC (AMETRINA)

T2: BASTA 150 SC (GLUFOSINATO DE AMONIO)

T3: AMETROL 500 SC + BASTA 150 SC

T4: TESTIGO

Técnicas

Muestreo de malezas

Utilizar técnicas de muestreo sistemático para recoger muestras representativas de las malezas presentes en las parcelas de estudio, clasificando las malezas según especies y se registra su abundancia en cada unidad experimental.

Evaluación visual

Realizar evaluaciones visuales para determinar la presencia y la cobertura de malezas en diferentes momentos del ciclo de crecimiento del cultivo.

Variable independiente

Tipo de herbicidas

RAINBOMETRIN (AMETRINA)

BASTNATE 200 (GLUFOSINATO DE AMONIO)

Variable dependiente

Identificación de malezas: mediante la observación visual se determinará las malezas que se encuentran tanto de hoja angosta como de hoja ancha en el área de estudio.

Porcentaje de malezas: utilizando el metro cuadrado se va a determinar el porcentaje de cada especie de malezas que se encuentren en la parcela en estudio.

Cálculo de dosificación de los herbicidas: con la guía de la ficha técnica de los productos químicos que se van a utilizar, se definirá la dosis correcta en el metro cuadrado.

Diseño estadístico

El presente estudio consta de 3 tratamientos, primeramente, se prepara el área, se realiza la aplicación del producto para así llevar el monitoreo, teniendo en cuenta consideraciones importantes de ética y seguridad al momento de realizar la investigación experimental, y se obtienen los análisis estadísticos de acuerdo con las variables.

Análisis y Resultados

Examinar el nivel de incidencia de malezas en cultivos de plátano (*Musa × paradisiaca*).

Para poder examinar el nivel de incidencia de malezas en el cultivo de plátano (*Musa × paradisiaca*) se utilizó como contexto la ciudad universitaria Dr. Jacobo Bucaram Ortiz- Milagro, en un área de 2952,611 metros cuadrados y 227,712 en perímetro. Se tomó varias muestras, realizadas en el área donde está ubicado el cultivo de plátano. Esto consistió en tomar 1m² al azar en el terreno, teniendo 8 muestras en total, observando una distribución desigual de las malezas, con unas áreas mostrando una mayor concentración que otras. A continuación se muestra una tabla de promedio de las 8 muestras tomadas.

Tabla 2. Muestras de malezas

Malezas	Nombre común	N	Porcentaje en m2
<i>Cisus vertocollata</i>	Bejuco ubí	7	23%
<i>Cymbopogon citratus</i>	Hierba de limón	2	6%
<i>Cardiospermum halicacabum</i>	Farolito	5	16%
<i>Camonea umbellate</i>	Moradilla	17	55%

Fuente: elaboración propia

Analizar la eficiencia en el control de arvenses en cultivos de plátano (*Musa × paradisiaca*), mediante la utilización de dos herbicidas químicos

El análisis de eficiencia en el control de arvenses se realizó a través de métodos cualitativos o visuales, donde se aplicaron los dos herbicidas en estudio. La Ametrina controló un 78% en las zonas aplicadas, ya que estas, en su mayoría, eran hojas anchas y familias de las gramíneas. El margen del 22% restante no fue controlado en su totalidad, pues fueron más resistentes al ingrediente activo y volvían a nacer rápidamente.

El Glufosinato de Amonio tuvo un 89% de efectividad en las áreas aplicadas. Esta molécula de herbicida controló un poco más, por ser de amplio espectro que pertenece al grupo químico fosfónico, que penetra a través de los tejidos de las malezas.

La combinación de los dos herbicidas Ametrina + Glufosinato de Amonio tuvo un 96% de eficacia en la zona del cultivo, este tratamiento controló por un periodo más de tiempo.

Tabla 3. Tratamiento de las malezas

Tratamiento	Ingrediente activo	Dosificación	Porcentaje controlado
T1	Ametrina	150 cc	78%
T2	Glufosinato de amonio	150cc	89%

T3 Ametrina + Glufosinato 75cc - 75cc 96%

Fuente: elaboración propia

Desarrollar una estrategia de manejo de malezas mediante intervalos de frecuencia de aplicación de los herbicidas

Considerando que el presente proyecto se llevó a cabo a finales de la época seca e inicios de la época lluviosa, se desarrolló a intervalos de frecuencia en aplicación de los herbicidas cada 15 días, con las dosis aplicadas de 150 cc de Ametrina y Glufosinato de Amonio, mientras que en la combinación de los dos herbicidas 75cc c/u respectivamente. Al inicio de la siembra del cultivo, la presencia de malas hierbas no era tan evidente; sin embargo, con la llegada de las precipitaciones las semillas de las malas hierbas existentes en el terreno dejaron su estado de latencia y empezaron su desarrollo.

Tabla 4 Dosificación

Tratamiento	Ingrediente activo	Dosificación	Interv1	Interv2	Interv3
T1	Ametrina	150 cc	15 días	30 días	45 días
T2	Glufosinato de amonio	150cc	15 días	30 días	45 días
T3	Ametrina + Glufosinato	75cc - 75cc	15 días	30 días	45 días

Fuente: elaboración propia

Conclusiones

Se notó una incidencia desigual de malezas en el área de estudio donde se tomaron 8 muestras, consistentes en tomar al azar en 1m² de terreno y se observó que ciertas áreas tenían mayor concentración de malezas que otras. Estos resultados indican la necesidad de implementar estrategias de control de malezas en el cultivo de plátano, especialmente, en las zonas con mayor presencia de malezas, con el objetivo de maximizar la productividad y sanidad del cultivo.

Haciendo el uso de la combinación de 2 herbicidas Ametrina y Glufosinato de Amonio, el resultado fue un notable nivel de efectividad del 96% en el control de malezas en el cultivo de

plátano ofreciendo un mayor periodo de control. Estos resultados resaltan la importancia de considerar la combinación de herbicidas para lograr un control integral de malezas, así como la necesidad de monitorear continuamente la efectividad y resistencia de las malezas en el cultivo.

El manejo de malezas mediante intervalos de frecuencia de aplicación de herbicidas, cada 15 días, ha demostrado ser efectivo para controlar las malezas durante la transición de la temporada seca a la temporada de lluvias. Con el uso de los herbicidas Ametrina y Glufosinato de Amonio, tanto individualmente como en combinación, se pudo controlar eficazmente el crecimiento de malezas. Esta estrategia es relevante, pues el control de malezas es fundamental para garantizar un buen crecimiento y desarrollo del cultivo.

Referencias

- Aguilar, F. & Carpio, S. (2021). *Efficiency and profitability of chemical weed control in corn crop. Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 24(95).
https://www.researchgate.net/profile/Cid-Aguilar-Carpio/publication/354254848_EFFICIENCY_AND_PROFITABILITY_OF_CHEMICAL_WEED_CONTROL_IN_CORN_CROP/links/612ebc602b40ec7d8bd867dd/EFFICIENCY-AND-PROFITABILITY-OF-CHEMICAL-WEED-CONTROL-IN-CORN-CROP.pdf
- Amaya, A., Santos, M., Morán, I., Vargas, P., Comboza, W., & Lara, E. (2018). Malezas Presentes en Cultivos del Cantón Naranjal, Provincia Guayas, Ecuador. *INVESTIGATIO*, (11), 1–16. Recuperado a partir de <https://revistas.uees.edu.ec/index.php/IRR/article/view/186>
- Andrade, F., & Espinal, O. (2021). *Uso de glifosato, glufosinato y paraquat para el manejo de malezas en el cultivo de lechuga*. <https://bdigital.zamorano.edu/items/8b5cf931-2088-4c4c-bbbc-185a83d75c2d>
- BASF. (2023). What Is Glufosinate-Ammonium? <https://agriculture.basf.com/global/en/business-areas/crop-protection-and-seeds/weed-management/glufosinate-ammonium/basics/what-is-glufosinate-ammonium.html>
- Caballero, J. (2019). *Control de Malezas*. <https://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/abc-rural/control-de-malezas-733939.html>

- Caseley, J. (2018). *Métodos de uso de los herbicidas*. <http://www.fao.org>.
- Castro, V., Alvarado, L., & Borjas, R. (2019). Comunidad de malezas asociadas al cultivo de "café" *Coffea arabica* (Rubiaceae) en la selva central del Perú. *Arnaldoa*, 26(3), 977-990. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2413-32992019000300008&script=sci_arttext
- Cherlinka, V. (2019). *Manejo Integrado De Malezas: Soluciones Y Prácticas*. <https://eos.com/es/blog/manejo-de-malezas/>
- De Liñan, C. (2019). *Portal Tecno Agrícola*. <https://www.agroserag.com/site/wp-content/uploads/2019/07/FT-AMETROL-500-SC.pdf>
- D-Saf. (2023). *Soluciones para el Cultivo de Banano – BASF Ecuador* <https://agriculture.basf.com/ec/es/proteccion-de-cultivo-y-semillas/cultivos/cultivo-de-banano.html>
- FAO. (2016). *Manejo de malezas en frutales*. FAO.
- FAO. (2019). *Recomendaciones para el manejo de malezas. Producción y protección vegetal*.
- Helfgott, S. (2019). El control de las malezas en el Perú.
- Hipo, M. H. (2017). Aplicación de mucilago de semillas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el control de malezas. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25048/1/tesis%202022%20Ingenier%C3%ADa%20Agropecuaria%20-%20Mar%C3%ADa%20Hipo%20-%20cd%202022.pdf>
- Infoagro . (2023). *El control de malezas en el cultivo de sorgo*. <https://mexico.infoagro.com/el-control-de-malezas-en-el-cultivo-de-sorgo/>
- InfoAgro. (2017). *El cultivo de plátano*. https://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/platano.htm
- Inia. (2018). *Control de malezas*. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6687/NR40940.pdf?sequence=14&isAllowed=y#:~:text=El%20control%20mec%C3%A1nico%20se%20realiza,centro%20de%20las%20entre%20hileras.>

- Karlen, D. L. (2021). *Crop rotations for the 21st century*. Agris.
- Labrada, R. (2017). *En FAO, MANEJOS DE MALEZAS PARA PAISES EN DESARROLLO*.
<https://www.fao.org/3/y5031s/y5031s0e.htm>
- Medrano, C. (2020). Estudio de las malezas asociadas a plantaciones frutales en la planicie de Maracaibo. Venezuela. Maracay: *Revista de la Facultad de Agronomía*.
- Mora, J. (2018). Agroser. http://www.ghcia.com.co/plm/source/productos/8498_58_194.htm
- Neder, Z. (2020). *Efecto de lecitina de soya, en mezcla con glifosato, obre el control de malezas en cacao (Theobroma cacao)*.
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/NEDER%20ARELLANO%20ZALLY%20NOHELY.pdf>
- Norambuena, H. (2018). *El control biológico de las malezas*.
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/31985/NR19598.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=El%20control%20biol%C3%B3gico%20de%20malezas,de%20da%C3%B1o%20econ%C3%B3mico%20o%20est%C3%A1tico>
- Palacios, E. (2019). *Gesapax Combi*. American Vanguard.
- Parker, C. L. (2017). *ESTUDIO FAO PRODUCCION Y PROTECCION VEGETAL 120*. En C. L. Parker, *Manejo de Malezas para Países en Desarrollo*.
- Quintero, I. (2018). Panorama del manejo de malezas en cultivos de banano en el departamento del Magdalena. *Ciencias Hortícolas*, 329–340.
- Rodriguez, E. (2020). *Combate y control de malezas*. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía.
- Sanchez, J. D. (2018). *Efectos de las malezas en los cultivos y su control*
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/31983/NR19594.pdf?sequence=1&isAllowed=y>