



**Determinación de las dosis óptimas de glifosato, glufosinato y paraquat para el control
de malezas en plátano, en época lluviosa**

Miranda Sánchez, Bryan Daniel y Romero Guamán, Byron Alfredo

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Ulloa Cortázar, Santiago Miguel, Ph.D.

08 de agosto del 2022

Reporte de verificación de contenido



Firma:



Firmado electrónicamente por:
**SANTIAGO MIGUEL
ULLOA CORTAZAR**

.....

Ulloa Cortázar, Santiago Miguel, Ph.D.

DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE LAS CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

CERTIFICADO DEL DIRECTOR

Certifico que el trabajo de integración curricular: **“Determinación de las dosis óptimas de glifosato, glufosinato y paraquat aplicados para el control de malezas en plátano, en época lluviosa”** fue realizado por los señores **Miranda Sánchez, Bryan Daniel y Romero Guamán, Byron Alfredo**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 08 de agosto del 2022

Firma:



Firmado electrónicamente por:
**SANTIAGO MIGUEL
ULLOA CORTAZAR**

.....
Ulloa Cortázar, Santiago Miguel, Ph.D.

C.C.:1710450584



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Nosotros, **Miranda Sánchez, Bryan Daniel y Romero Guamán, Byron Alfredo**, con cédulas de ciudadanía n° 1723770606 y 1753036878, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **“Determinación de las dosis óptimas de glifosato, glufosinato y paraquat para el control de malezas en plátano, en época lluviosa”** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 08 de agosto del 2022

Miranda Sánchez Bryan Daniel

C.C.:1723770606

Romero Guamán Byron Alfredo

C.C.:1753036878



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Nosotros, **Miranda Sánchez, Bryan Daniel y Romero Guamán, Byron Alfredo**, con cédulas de ciudadanía n°1723770606 y 1753036878, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **“Determinación de las dosis óptimas de glifosato, glufosinato y paraquat para el control de malezas en plátano, en época lluviosa”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 08 de agosto del 2022

Miranda Sánchez Bryan Daniel

C.C.:1723770606

Romero Guamán Byron Alfredo

C.C.:1753036878

Dedicatoria

Esta investigación la ofrendo principalmente a Dios por bendecirme y brindarme fortaleza para lograr tan añorada meta, anhelo seguir teniendo más éxito en mi vida profesional con mucho positivismo, enfoque y disciplina.

De igual forma a mi padre Daniel Miranda y madre Sonia Sánchez por educarme con valores, instruirme consejos, ofrecerme liquidez financiera en mi etapa universitaria y motivarme en cumplir metas.

A mi abuelita María Lima por enseñarme a ser positivo, buscar soluciones en todos los aspectos de la vida, inculcarme sabiduría y brindarme su amor en toda mi etapa personal y académica.

De manera igual a mi hermano Vladimir Miranda, quiero servir de ejemplo en constancia de que todo lo que uno se proponga se puede cumplir con fe en Dios, perseverancia y positivismo.

Por último, a todas las personas que fueron sustento y base en mi etapa de formación profesional; a mis amigos por su amistad, consejos, motivación y asimismo a los docentes por brindar su conocimiento para lograr tan añorada meta.

Bryan Daniel Miranda Sánchez

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico especialmente a mi madre Marlene Guamán, la cual con su esfuerzo, amor y dedicación ha estado presente en esta etapa tan importante de mi vida, gracias por aconsejarme, cuidarme y creer en mi desde el comienzo.

A mi padre Alfredo Romero, por inculcarme los valores que han regido mi vida universitaria, ser el bastión económico y sobre todo moral, todas esas cualidades adquiridas me han ayudado a ser un hombre de bien y cumplir este gran objetivo.

A mis hermanos Klever, Luis y Odalis, quienes con su apoyo, cariño y preocupación han sido ese baluarte de lucha que siempre tuve presente en mi mente y corazón.

A cada uno de los miembros de mi familia quienes me brindaron y acompañaron con palabras de motivación e inculcaron en mí el valor de la perseverancia.

Finalmente, a mis amigos quienes se convirtieron en mi segunda familia, me enseñaron a definir prioridades y me ayudaron a seguir adelante, sin ustedes este objetivo no hubiera sido posible, los guardo en mi corazón.

Byron Alfredo Romero Guamán

Agradecimientos

Principalmente agradezco a Dios por proveerme ánimo y salud para finalizar mi carrera profesional.

A mis padres por ser soporte moral y financiero en todo mi lapso académico.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE" Sede Santo Domingo, por instruirme de forma profesional y concederme la ejecución de mi proyecto de tesis.

A los docentes de tan reconocida institución, por instruirme con conocimientos y técnicas en mi formación académica, los mismos que de modo práctico los aplicaré en mi etapa profesional.

Igualmente, al Dr. Santiago Ulloa, por permitirme elaborar la tesis a partir de su tutela, su dedicación y actitud positiva han permitido finalizar con éxito este proyecto.

Por último, agradezco a mi compañero Byron Romero Guamán por su amistad, confianza y perseverancia en toda la etapa de formación académica y su empeño en este proyecto de investigación.

Bryan Daniel Miranda Sánchez

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a mi madre, por el apoyo incondicional que me brindó durante toda mi vida y sobre todo durante mi carrera universitaria.

Agradezco a la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE”, Sede Santo Domingo por acogerme durante todos estos años y permitirme realizar esta investigación en sus instalaciones.

De igual manera agradezco a cada uno de los docentes de esta noble institución por su paciencia, pero sobre todo por los conocimientos compartidos que me ayudaron a desarrollar mis habilidades técnicas y crecer profesionalmente.

Un profundo agradecimiento a mi hermano Klever Romero por comprenderme y apoyarme cuando las cosas se pusieron difíciles.

Mi más sincero agradecimiento al Dr. Santiago Ulloa por permitirme realizar este trabajo de investigación bajo su tutela, su confianza y paciencia permitió el buen desarrollo de esta investigación.

Finalmente agradezco a mi compañero Bryan Miranda Sánchez por su amistad, pero sobre todo su paciencia y confianza los cuales fueron fundamentales para el término exitoso de este trabajo.

Byron Alfredo Romero Guamán

Índice de contenidos

Carátula	1
Reporte de verificación de contenido	2
Certificación	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimientos	8
Índice de contenidos	10
Índice de tablas.....	13
Índice de figuras.....	15
Resumen	16
Abstract.....	17
Capítulo I	18
Introducción	18
Capítulo II	20
Marco teórico	20
Importancia del cultivo del plátano en el Ecuador.....	20
Malezas.....	21
Efecto	21
Métodos de control	21
Control Químico	22
Herbicidas	23
Paraquat.....	23
Inhibidores del fotosistema 2: Bipiridilos.....	23

Glifosato	24
Inhibidores de la síntesis de aminoácidos aromáticos.	24
Glufosinato.....	24
Inhibidores de la síntesis de glutamina.....	24
Capítulo III	25
Metodología	25
Ubicación del área experimental.....	25
Ubicación política.....	25
Ubicación geográfica	25
Ubicación ecológica	26
Materiales.....	26
Fase de campo	26
Instalación del ensayo.....	26
Recolección de muestras.....	27
Fase de laboratorio	27
Pesaje y secado de muestras botánicas.....	27
Métodos	27
Diseño Experimental.....	27
Factores a Probar.....	27
Tratamientos a probar.....	28
Tipo de diseño.....	28
Repeticiones.....	29
Croquis de diseño	29
Análisis estadístico	30
Esquema del análisis de varianza	30
Análisis funcional.....	30

Variables evaluadas.	30
Composición botánica inicial.	31
Peso fresco inicial.	31
Peso seco inicial.	31
Evaluación visual.	31
Composición botánica a los 28 días.	32
Peso fresco a los 28 días.	32
Peso seco a los 28 días.	32
Métodos específicos del manejo.	32
Fase de campo.	32
Calibración de bomba.	32
Delimitación de unidades experimentales.	33
Aplicación de herbicidas.	33
Capítulo IV.	34
Resultados y discusión.	34
Biomasa Fresca.	34
Biomasa seca.	36
Dosis óptima en base a biomasa seca.	38
Diagnóstico visual.	40
Dosis óptima en base al diagnóstico visual.	45
Composición botánica.	48
Capítulo V.	59
Conclusiones.	59
Recomendaciones.	60
Bibliografía.	61

Índice de tablas

Tabla 1	Recursos necesarios para la instalación del ensayo.....	26
Tabla 2	Insumos utilizados para la recolección de muestras de las especies de malezas más representativas por tratamiento.....	27
Tabla 3	Materiales usados para el pesaje de las muestras recolectadas de malezas.....	27
Tabla 4	Descripción de los tratamientos a comparar	28
Tabla 5	Esquema del análisis de varianza.....	30
Tabla 6	Escala porcentual del índice de control de malezas del 0 al 100.....	31
Tabla 7	Dosis de herbicidas aplicados en 1,2 litros de agua.....	33
Tabla 8	Análisis de varianza de la biomasa fresca de malezas, obtenida a los 28 días de evaluación	34
Tabla 9	Parámetros del modelo logístico logarítmico de cuatro variables de la biomasa fresca de malezas en parcelas de plátano con glifosato, glufosinato y paraquat a los 28 días.....	34
Tabla 10	Análisis de varianza de la biomasa fresca de malezas, obtenida a los 28 días de evaluación.	36
Tabla 11	Parámetros del modelo logístico logarítmico de cuatro variables de la biomasa seca de malezas en parcelas de plátano con glifosato, glufosinato y paraquat a los 28 días.....	36
Tabla 12	Dosis de glufosinato para obtener 85 y 90% de reducción de biomasa seca de malezas en plátano.....	38
Tabla 13	Análisis de varianza del control visual de malezas en plátano	40
Tabla 14	Parámetros del modelo logístico logarítmico de cuatro variables del control visual de malezas en las parcelas de plátano con glifosato	41

Tabla 15	Parámetros del modelo logístico logarítmico de cuatro variables del control visual de malezas en las parcelas de plátano con glufosinato.	42
Tabla 16	Parámetros del modelo logístico logarítmico de cuatro variables del control visual de malezas en las parcelas de plátano con paraquat	43
Tabla 17	Dosis de glufosinato para obtener 85 y 90% de control visual de malezas hasta los 21 días.....	45
Tabla 18	Pesos obtenidos de las malezas presentes antes de iniciar el experimento	48
Tabla 19	Especies de malezas encontradas a los 28 días de control en parcelas con diferentes dosis de glifosato.....	50
Tabla 20	Especies de malezas encontradas a los 28 días de control en parcelas con diferentes dosis de glufosinato.....	53
Tabla 21	Especies de malezas encontradas a los 28 días de control en parcelas con diferentes dosis de paraquat.....	55
Tabla 22	Costos por hectárea en las diferentes dosis de glifosato, glufosinato y paraquat.	57
Tabla 23	Costos por hectárea en dosis efectiva de glifosato, glufosinato y paraquat en base al control visual a los 21 días.....	58
Tabla 24	Costos de mano de obra de la aplicación de los tratamientos.....	58

Índice de figuras

Figura 1	Ubicación del sitio de la investigación.....	25
Figura 2	Distribución de las unidades experimentales dentro de la plantación de plátano	29
Figura 3	Reducción de biomasa fresca de malezas, obtenida a los 28 días, en parcelas de plátano con glifosato, glufosinato y paraquat.	35
Figura 4	Reducción de biomasa seca de malezas, obtenida a los 28 días, en parcelas de plátano con glifosato, glufosinato y paraquat	37
Figura 5	Dosis óptima en base a la reducción de biomasa seca de malezas en plátano	39
Figura 6	Evaluación visual del control de malezas en plátano	44
Figura 7	Dosis óptima en base al control visual, hasta los 21 días, de malezas en plátano ..	46
Figura 8	Composición botánica inicial del área experimental	49
Figura 9	Composición botánica de malezas a los 28 días en parcelas con glifosato.....	51
Figura 10	Composición botánica de malezas a los 28 días en parcelas con glufosinato.....	54
Figura 11	Composición botánica de malezas a los 28 días en parcelas con paraquat.....	56

Resumen

El cultivo del plátano en el país contribuye al PIB especialmente en las zonas rurales permitiendo promover la seguridad alimentaria de la población. Las malezas en el cultivo condicionan la producción, reduciendo su rendimiento hasta en 40% por efecto de competencias. Esta investigación determinó dosis óptimas de glifosato, glufosinato y paraquat para el control de arvenses en plátano de exportación durante la época lluviosa, en relación a la pérdida de biomasa por efecto de las aplicaciones y evaluaciones visuales por veintiocho días. Asimismo, se definió los costos de cada tratamiento determinado. El ensayo se realizó en diseño de bloques completamente al azar, usando regresiones no lineales aplicando el modelo logístico logarítmico de cuatro parámetros mientras que la dosis efectiva en el programa R. Se compararon 15 tratamientos en dosis de 0,25, 0,5, 1 y 2 l/ha en cada herbicida. La evaluación visual a los 21 días determinó que Glufosinato en dosis de 1,72 l/ha logró controles del 85% mientras que con una dosis 2,60 l/ha se alcanzó un control del 90%, con un costo de inversión de \$57,20 por hectárea. Sin embargo, los herbicidas glifosato y paraquat no obtuvieron los mismos resultados, considerándose controles no viables por efecto de altas precipitaciones. Por tal razón, para el productor el costo de inversión de la dosis efectiva de glufosinato en relación a los resultados es aceptable, indistintamente de la mano de obra que será similar para cualquier tratamiento.

Palabras clave: glifosato, glufosinato, paraquat, costos, plátano.

Abstract

Plantain cultivation in the country is important for economic development because it contributes to GDP, especially in rural areas, it also promotes the food security of the population through trade. Weeds in cultivation condition production, reducing their yield by 40% due to the effect of skills, therefore, this research determined optimal doses of glyphosate, glufosinate and paraquat for the control of arvenses in plantains for export during the rainy season, in relation to the loss of biomass due to the effect of applications and visual evaluations for twenty-eight days. The costs of each given treatment were also defined. The test was carried out in completely random block design, using non-linear regressions applying the four-parameter logarithmic logistics model while the effective dose in the R program. Fifteen treatments were compared at doses of 0.25, 0.5, 1 and 2 l/ha in each herbicide. The visual evaluation at 21 days determined that Glufosinate at doses of 1.72 l/ha achieved controls of 85% while at dose 2.60 l/ha reached the optimal dose with a control of 90%, setting itself as an investment cost of \$57.20 per hectare, however the herbicides glyphosate and paraquat did not obtain the same results, For this reason for the producer, the investment cost of the effective dose in relation to the results is acceptable, regardless of the labor force that will be similar for any treatment.

Keywords: glyphosate, glufosinate, paraquat, cost, plantain.

Capítulo I

Introducción

El plátano de exportación, a nivel general, se representa como una de las actividades agrícolas más importantes para la para la socio-economía y seguridad alimentaria del Ecuador, además de estar entre los productos de primera necesidad para el consumo interno, también es generador de fuentes estables y transitorias de trabajo dentro de las provincias de Manabí, Los Ríos y Santo Domingo de los Tsáchilas, además de proveer alimentos ricos en energía y nutrición, en diferentes presentaciones (Quiroz, 2019).

Las malezas en el cultivo de plátano condicionan la producción, reduciendo su rendimiento en 40% por efecto de competencias por nutrientes, agua, luz y espacio, ocasionando corredores biológicos que benefician la proliferación de plagas siendo necesario la prisa por buscar soluciones para el bienestar del cultivo en producción.

Acorde a Ulloa, (2015), el manejo integrado de malezas en plátano se consolida en aplicar dosis de 1 a 2 l/ha de paraquat y glifosato, que son considerados los herbicidas más usados por los productores de plátano de exportación en el país, por otro lado (Villalba, 2009) cita que el no crear un plan de manejo que incluya la rotación de herbicidas genera resistencias en especies de malezas.

Según Zapata, (2022) en su investigación acerca de la determinación de dosis óptimas de glifosato, glufosinato y paraquat para el control de malezas en plátano, definió que la efectividad de glufosinato para el control del 90% de malezas se logra en dosis de 1,30 l/ha en la época seca siendo el producto más efectivo dentro de un plan de manejo integrado de malezas en plátano, a diferencia de los otros dos herbicidas, que son necesarios más de 2,5 l/ha para alcanzar el control al 90% de eficacia.

Por lo tanto, esta investigación está guiada a determinar la dosis óptima, usando herbicidas como glifosato, glufosinato y paraquat para el control de arvenses en plátano de exportación, durante la época lluviosa, en relación a la pérdida de biomasa por efecto de las aplicaciones y evaluaciones visuales por veintiocho días.

Capítulo II

Marco teórico

Importancia del cultivo del plátano en el Ecuador

El cultivo del plátano en el país es importante para el desarrollo económico, especialmente en las zonas rurales, promueve la seguridad alimentaria de la población mediante comercio, genera una fuente de trabajo estable para la comunidad y proporciona de manera directa aproximadamente 400,000 empleos, esto significa que alrededor del 12% de la población económicamente activa se beneficia de esta actividad. Su producción representa el 3,84% del PIB total de la economía ecuatoriana y el 50% del PIB agrícola nacional. Además, proporciona alimentos nutritivos para la población mundial (INIAP , 2016).

El cultivo de plátano en Ecuador según Quiroz, (2019) se encuentra en una superficie de siembra de 230000 hectáreas, mayormente se concentra en tres provincias del litoral, como Guayas, Los Ríos y El Oro con el 92% y entre otras 7 provincias, el 8%, con un rendimiento de alrededor de 1700 cajas/ha/año.

El INEC en el año 2011 según Álvarez & León, (2020), reportó que en el país se produce un total de 144981 ha de plátano, la mayor zona de producción es conocida como el triángulo platanero, conformada por las provincias de Manabí, Santo Domingo y los Ríos, en dichas provincias, se producen las variedades como el dominico, destinado al autoconsumo, y el barraganete, que es para exportación, estimándose alrededor de 90000 TM de cajas de 19,5 kg de producto exportado.

Malezas

Las malezas en el cultivo de plátano según Lardizabal, (2015) afectan directa e indirectamente el rendimiento, a través de procesos de perturbación, incluida la competencia por el agua, luz, espacio, los nutrientes y la alelopatía, un fenómeno en el que las malezas liberan sustancias tóxicas que dificultan el crecimiento normal de las plantas. A menudo, el efecto más notable de estas alteraciones es la pérdida de rendimiento, ya que en algunos casos los síntomas de la competencia pueden pasarse por alto durante el ciclo de crecimiento inicial.

Efecto

Durante la fase de establecimiento del plátano de exportación, las malezas retrasan la aparición del brote floral y reduce el crecimiento vertical y radial de la planta. Una revisión del comportamiento de las malezas elaborado por Blum & Sabando, (2012) menciona que cuando las malezas estresan los cultivos, la altura disminuye, el engrosamiento del pseudotallo también se ve afectado negativamente por la interferencia de las malezas y el rendimiento final en un estado de hasta el 50% de colonización de malezas en el terreno, merma hasta en un 40% aproximadamente.

Métodos de control

Existen métodos de control de malezas con medidas culturales, mecánicas, biológicas y químicas en el cultivo de plátano, al ser un cultivo de alta productividad, el control químico es el pionero como control de malezas efectivo y de bajo costo. Quintero, (2015) menciona que el manejo integrado de malezas se ha vuelto de gran importancia en cultivos de plátano, para ello hay que considerar la edad del cultivo y la época del año para hacer las recomendaciones de los sistemas de control. Durante los primeros estados de la plantación y debido a la cantidad de

luz disponible para las malezas, se establecen rápidamente las especies anuales tanto gramíneas como de hoja ancha. En la etapa adulta, debido a la sombra, cambia la población hacia un predominio de malezas de hoja ancha, muchas de ellas perennes, constituyéndose en un problema más difícil pues no se pueden destruir eficazmente por medios mecánicos o manuales y los herbicidas disponibles frecuentemente son tóxicos para el propio plátano. Este ciclo se repite cuando se realiza la cosecha y la luz llega de nuevo al suelo.

Control Químico

El control químico de las malezas en plátano, está basado principalmente en el uso de herbicidas de amplio espectro, capaces de erradicar la mayoría de especies de malezas que se presentan con mayor frecuencia como *Asystasia gangetica*, *Panicum maximum*, *Conyza bonariensis*, *Rottboellia cochinchinensis*, las cuales son más frecuentes dentro del triángulo platanero del Ecuador (Quiroz, 2019).

La selección del herbicida que se a usar en plátano de exportación depende principalmente de las especies predominantes de malezas presentes en el cultivo, así como un historial o conocimiento previo de malezas estacionarias, también se considera la edad del cultivo, la textura y estructura del suelo, los factores económicos donde se contempla además el uso de mezclas herbicidas para mayor eficacia, y el equipo disponible de aplicación (Lardizabal, 2015).

En síntesis, el uso de herbicidas en plátano ofrece un rápido y efectivo control de malezas, y gracias a esto, se contemplan dentro de un plan de manejo integrado de malezas, con el fin de aumentar los rendimientos del cultivo por eliminación de la competencia y logra además abaratar costos de producción.

Herbicidas

Álvarez & León, (2020) afirman que los herbicidas aplicados en plátano son de fácil adquisición en el mercado nacional, predominando el glifosato y el paraquat, otros productos como la atrazina, el diruon, linurol, glufosinato de amonio, nicosulfuron y la ametrina, suelen ser empleados en menor frecuencia por los productores, algunos por recomendaciones de otros productores. Todos estos productos se aplican al follaje o al suelo, dependiendo del modo de acción de cada familia, los herbicidas dirigidos al follaje a menudo son inhibidores de procesos fisiológicos de la planta o de acción sistémica o destrucción de tejidos o de contacto, los dirigidos al suelo son inhibidores de la germinación o rebrote de malezas, en su gran mayoría estos herbicidas son residuales y su molécula puede permanecer activa durante meses dependiendo de las condiciones climáticas del sitio.

Paraquat

Inhibidores del fotosistema 2: Bipiridilos. El paraquat es la molécula más conocida por los productores en general, en cuando a herbicida de contacto no selectivo. Su modo de acción es rápido con limitada movilidad en el apoplasto, con menor movilidad cuando se aplican bajo condiciones de alta luminosidad o radiación solar intensa, en los trópicos se obtiene mayor eficacia en especies perennes cuando se aplica en horas de la tarde, son resistentes a las precipitaciones con un tiempo limitado de 10 minutos después de la aplicación. Los bipiridilos son cationes que se fijan fuertemente a los coloides del suelo, por lo que no manifiestan actividad a través del mismo. El paraquat es usado generalmente en sistemas de labranza mínima para el control de malezas antes o después de la plantación, pero generalmente antes de un 10% de emergencia del cultivo. Se aplican con aspersión dirigida a la calle y tiende a ser más activo contra gramíneas (**Blum & Sabando, 2012**).

Glifosato

Inhibidores de la síntesis de aminoácidos aromáticos. El glifosato es el herbicida de preferencia de la mayoría de productores ecuatorianos, por erradicar de manera eficaz la mayoría de las malezas presentes en su terreno, además es el único herbicida que bloquea la síntesis de aminoácidos aromáticos por su alta movilidad en el floema, con su formulación líquida soluble de la sal isopropilamina que contiene varios tensoactivos. Esta molécula entra a la planta por el contacto con el follaje para moverse en el apoplasto y dirigirse rápidamente a los meristemas donde detiene el crecimiento e inhibición del fotosistema 2, apareciendo los claros síntomas de clorosis y necrosis entre 5 a 10 días después de su aplicación. Su residualidad en el suelo es moderada y se degrada por acción microbiana en un plazo de uno a cuatro meses, es de amplio espectro ya que controla la mayoría de malezas anuales, perennes, así como ciertas especies leñosas (Villalba, 2009).

Glufosinato

Inhibidores de la síntesis de glutamina. El glufosinato de amonio o glufosinato amónico es un herbicida de post-emergencia no selectivo, cuyo modo de acción es mixto, es decir actúa al igual que un herbicida de contacto como algún bipiridilo, pero tiene acción sistémica limitada, por ello los síntomas de necrosis aparecen luego de 5 días aproximadamente. Este herbicida interfiere la acción de la enzima glutamina sintetasa causando la acumulación del amoniaco, una fitotoxina letal para la planta, también inhibe la síntesis de glutamina, disminuye la tasa fotosintética, detención del crecimiento apical y axilar, decoloración de los tejidos verdes y la necrosis de los órganos donde el producto ha sido absorbido. Es resistente a las lluvias después de cuatro a seis horas (Silva, et al, 2016).

Capítulo III

Metodología

Ubicación del área experimental

Ubicación política

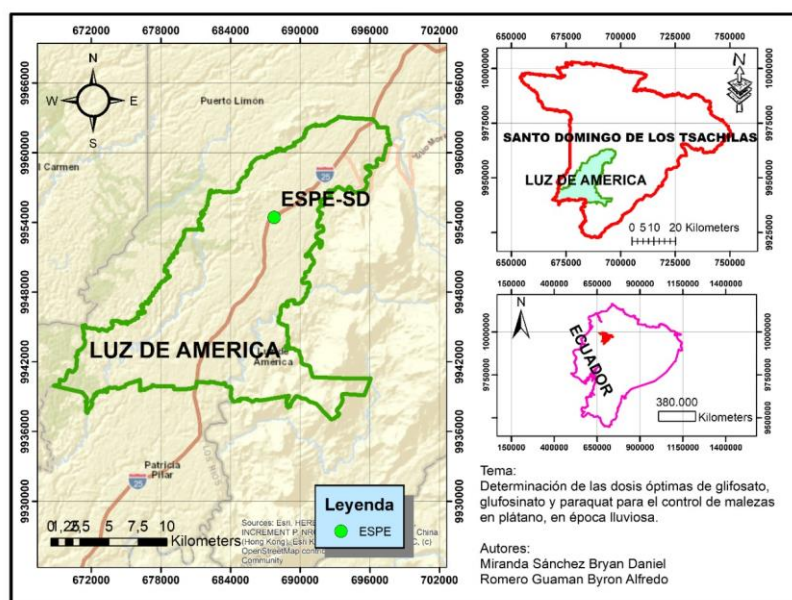
- País: Ecuador
- Provincia: Santo Domingo de los Tsáchilas
- Cantón: Santo Domingo de los Colorados
- Parroquia: Luz de América
- Dirección: Km 24 vía Santo Domingo - Quevedo

Ubicación geográfica

La Hda. Zoila Luz se encuentra a una altitud de 270 msnm

Figura 1

Ubicación del sitio de la investigación



Ubicación ecológica

- Clima: Bosque Húmedo Tropical
- Temperatura: 24 - 26 °C
- Humedad: 89%
- Pluviosidad: 2980 mm anuales
- Altitud: 270 m.s.n.m
- Heliofanía: 660 horas luz

Materiales

Fase de campo

Instalación del ensayo.

Tabla 1

Recursos necesarios para la instalación del ensayo

<i>Materiales/insumos</i>	<i>Reactivos</i>
Estacas (100 cm de largo)	Glifosato (Rondo) 1 l
Botellas (3 l)	Glufosinato (fascinate) 1 l
Jarra medidora (1 l)	Paraquat (Cerillo) 1 l
Bomba de mochila (20 l)	
Boquillas en abanico 8002	
Piola tomatera	
Marcador	
Papel adhesivo para etiquetas	
Marcador negro	

Recolección de muestras.

Tabla 2

Insumos utilizados para la recolección de muestras de las especies de malezas más representativas por tratamiento

<i>Materiales/insumos</i>	<i>Muestras</i>
Fundas de papel	Muestras botánicas de malezas
Cuadrante de madera (0,5 m ²)	
Grapadora	
Grapas	
Marcador permanente negro	

Fase de laboratorio

Pesaje y secado de muestras botánicas.

Tabla 3

Materiales usados para el pesaje de las muestras recolectadas de malezas

<i>Materiales/insumos</i>	<i>Equipos</i>	<i>Muestras</i>
Libreta	Estufa	Muestras botánicas de
Esferográficos	Balanza analítica	malezas

Métodos

Diseño Experimental

Factores a Probar.

- H: Herbicidas (Glifosato, Glufosinato y Paraquat).
- D: Dosis (0 l/ha, 0,25 l/ha, 0,5 l/ha, 1 l/ha, 2 l/ha).

Tratamientos a probar.

Tabla 4

Descripción de los tratamientos a comparar

<i>Tratamientos</i>	<i>Descripción</i>
T1	Herbicida Glifosato (0 L/ha)
T2	Herbicida Glufosinato (0 L/ha)
T3	Herbicida Paraquat (0 L/ha)
T4	Herbicida Glifosato (0,25 L/ha)
T5	Herbicida Glufosinato (0,25 L/ha)
T6	Herbicida Paraquat (0,25 L/ha)
T7	Herbicida Glifosato (0,5 L/ha)
T8	Herbicida Glufosinato (0,5 L/ha)
T9	Herbicida Paraquat (0,5 L/ha)
T10	Herbicida Glifosato (1 L/ha)
T11	Herbicida Glufosinato (1 L/ha)
T12	Herbicida Paraquat (1 L/ha)
T13	Herbicida Glifosato (2 L/ha)
T14	Herbicida Glufosinato (2 L/ha)
T15	Herbicida Paraquat (2 L/ha)

Tipo de diseño. En esta investigación se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), dispuesto en un arreglo Factorial AxB en donde A corresponde a los herbicidas, mientras que B a las Dosis empleadas.

Repeticiones. Esta investigación contará de cuatro repeticiones por tratamiento.

Características de las unidades experimentales.

- Número de tratamientos: 15
- Número de repeticiones: 4
- Número de unidades experimentales: 60
- Forma de la unidad experimental: Rectangular
- Ancho de la unidad experimental: 3 m
- Largo de la unidad experimental: 9 m
- Área de la unidad experimental: $27 m^2$
- Área neta del ensayo: $1620 m^2$
- Área total del ensayo: $1822 m^2$

Croquis de diseño

Figura 2

Distribución de las unidades experimentales dentro de la plantación de plátano

T10R1	T4R1	T10R2	T15R2	CALLE	T14R3	T8R3	T13R4	T14R4
T14R1	T5R1	T6R2	T13R2		T4R3	T5R3	T7R4	T4R4
T11R1	T13R1	T11R2	T5R2		T10R3	T15R3	T9R4	T12R4
T7R1	T15R1	T14R2	T12R2		T13R3	T9R3	T11R4	T15R4
T6R1	T9R1	T4R2	T7R2		T7R3	T11R3	T8R4	T5R4
T12R1	T8R1	T8R2	T9R2		T6R3	T12R3	T6R4	T10R4
T1R1	T2R1	T3R2	T1R2		T2R3	T1R3	T1R4	T3R4
T3R1		T2R2				T3R3	T2R4	

Análisis estadístico

Esquema del análisis de varianza

Tabla 5

Esquema del análisis de varianza.

Fuentes de variación	Fórmula	Grados de libertad
Bloque	b-1	3
Herbicidas	h-1	2
Dosis	d-1	4
Herbicidas*Dosis	(h-1)*(d-1)	8
Error Experimental	(n-1) - (b-1) - (T-1)	42
Total	n-1	59

Análisis funcional. Se emplearon regresiones no lineales aplicando el modelo logístico logarítmico de cuatro parámetros, el cual se expresa de la siguiente manera:

$$f(x) = c + \frac{d - c}{1 + \exp(b(\log(x) - \log(e)))}$$

De las regresiones no lineales obtenidas, se determinó la dosis óptima o efectiva de las mezclas aplicadas mediante el ED85 y ED90, los cuales son parámetros estándar usados con frecuencia para describir la respuesta de las malezas a los herbicidas (Knezevic et al., 2007).

Variables evaluadas.

Composición botánica inicial. Se empleó un cuadrante de madera de 0,5 m² el cual se lanzó al azar dentro del área experimental, se recolectó la maleza presente dentro del cuadrante, donde se las identificó por especie y se colocó en las fundas de papel. Esta variable se evaluó después de la delimitación del área experimental pero antes de la aplicación de los tratamientos.

Peso fresco inicial. El peso fresco inicial se lo registró después de la composición botánica, con ayuda de una balanza analítica, se pesó las muestras identificadas en el área experimental.

Peso seco inicial. Se dejó las muestras identificadas al inicio en una estufa a 50°C durante tres días, luego de ese tiempo se volvió a pesar cada muestra con ayuda de la balanza analítica.

Evaluación visual. Se evaluó visualmente el efecto de control de malezas de cada tratamiento a partir de 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación de los tratamientos, para la evaluación se empleó la siguiente tabla:

Tabla 6

Escala porcentual del índice de control de malezas del 0 al 100.

Puntaje	Descripción detallada
0 - 40	Ninguno a pobre
41 - 60	Regular
61 - 70	Suficiente
71 - 80	Bueno
81 - 90	Muy bueno
91 - 100	Excelente

Nota: esta tabla describe las categorías del control de malezas para la evaluación visual. Tomado de (ALAM, 1974).

Composición botánica a los 28 días. Se empleó el mismo cuadrante de 0,5 m², se tomó muestras de cada unidad experimental, se recolectó la maleza presente dentro del cuadrante, donde se las identificó por especie y se colocó en las fundas de papel.

Peso fresco a los 28 días. Se pesó las muestras obtenidas de cada unidad experimental con ayuda de una balanza analítica

Peso seco a los 28 días. Se dejaron todas las muestras en una estufa a 50°C por tres días, luego se pesaron las muestras con una balanza analítica.

Métodos específicos del manejo

Fase de campo.

Calibración de bomba. Se aplicó el procedimiento de (Bustillo, Montes & Vélez, 2020) los cuales explican el método verifique, afore, determine y dosifique. Por ende, se comprobó que la bomba estuviera en buen estado, higiénico y exento de agroquímicos, seguidamente se determinó que en un minuto se pulveriza 1 litro de agua, la misma que se calibró en una probeta. Posteriormente se realizó una prueba en una superficie homogéneamente lisa para decretar el tiempo que recorre en la parcela, se determinó que en 20 segundos se caminó 18 pasos de un metro en un área de 30 m² que representa un tratamiento. Finalmente, la medida de agua adquirida en 80 segundos fue de 1200 ml que se aforó en las botellas, por lo tanto, en cada parcela tratamiento se dosificó 1,2 litros.

Tabla 7

Dosis de herbicidas aplicados en 1,2 litros de agua.

Tratamientos	Dosis de herbicidas por hectárea	Dosis de herbicidas en 1,2 litros de agua.
T4	Glifosato (0,25 l/ha)	Glifosato (3 ml)
T5	Glufosinato (0,25 l/ha)	Glufosinato (3 ml)
T6	Paraquat (0,25 l/ha)	Paraquat (3 ml)
T7	Glifosato (0,5 l/ha)	Glifosato (6 ml)
T8	Glufosinato (0,5 l/ha)	Glufosinato (6 ml)
T9	Paraquat (0,5 l/ha)	Paraquat (6 ml)
T10	Glifosato (1 l/ha)	Glifosato (12 ml)
T11	Glufosinato (1 l/ha)	Glufosinato (12 ml)
T12	Paraquat (1 l/ha)	Paraquat (12 ml)
T13	Glifosato (2 l/ha)	Glifosato (24 ml)
T14	Glufosinato (2 l/ha)	Glufosinato (24 ml)
T15	Paraquat (2 l/ha)	Paraquat (24 ml)

Delimitación de unidades experimentales. Se delimitó el área experimental teniendo en cuenta el distanciamiento de siembra del plátano que fue de 3x3 m, se tomaron plantas de plátano y se cerró el perímetro con cinta tomatera, luego se dividió en cuatro bloques y se señaló cada tratamiento con estacas previamente pintadas y etiquetadas.

Aplicación de herbicidas. Se llevó las botellas con la solución ya preparada, se aplicó empezando desde la menor dosis de Glifosato, Glufosinato y Paraquat hasta la mayor, teniendo en cuenta de aplicar dentro de toda el área de la unidad experimental designada.

Capítulo IV

Resultados y discusión

Biomasa Fresca

Tabla 8

Análisis de varianza de la biomasa fresca de malezas, obtenida a los 28 días de evaluación

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	p-valor
Bloque	3	1193	131	0,962	0,2461
Herbicida	2	1471	736	3,065	0,0572
Dosis	4	93421	23355	97,284	<2e-16 ***
Herbicida:Dosis	8	643	80	0,335	0,9476
Total	42	96728	240		

Códigos de significancia: '***' 0,1%, '**' 1%, '*' 5%, '.' 10%, ' ' ns

En la Tabla 8 se observa que tanto las dosis como los herbicidas tuvieron un efecto estadísticamente significativo sobre la pérdida de biomasa fresca la cual se obtuvo a los 28 días en el cultivo de plátano.

Tabla 9

Parámetros del modelo logístico logarítmico de cuatro variables de la biomasa fresca de malezas en parcelas de plátano con glifosato, glufosinato y paraquat a los 28 días

Herbicida	Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
Glifosato	Pendiente (b)	2,069144	0,144766	14,293	0,044468 *
	Límite inferior (c)	23,241264	2,018284	11,515	0,055146.
	Límite superior (d)	129,135942	1,465959	88,090	0,007227 **
	Punto de inflexión (e)	0,365032	0,012583	29,010	0,021936 *
	Error estándar residual			1,471052	
Glufosinato	Pendiente (b)	2,771571	0,391681	7,0761	0,08938.
	Límite inferior (c)	20,869647	2,927229	7,1295	0,08872.
	Límite superior (d)	129,125488	3,121485	41,3667	0,01539 *
	Punto de inflexión (e)	0,301461	0,015293	19,7119	0,03227 *
	Error estándar residual			3,125712	

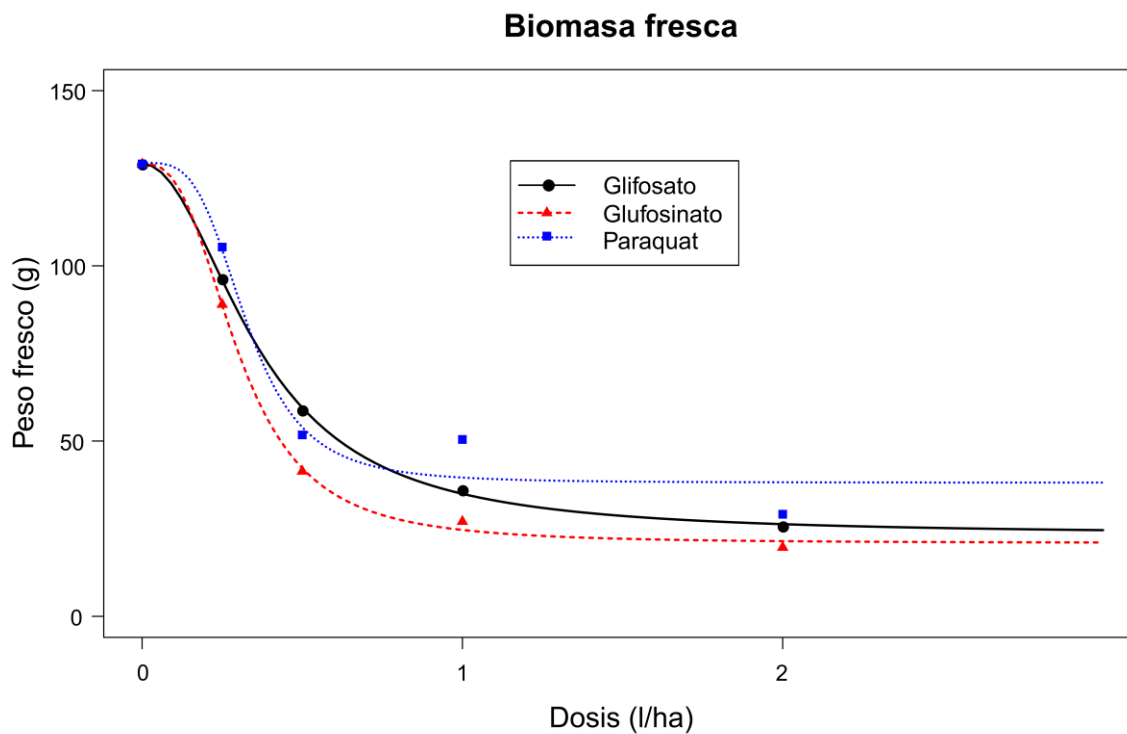
Herbicida	Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
Paraquat	Pendiente (b)	3,681261	2,787229	1,3208	0,4126
	Límite inferior (c)	38,119893	12,268740	3,1071	0,1982
	Límite superior (d)	129,385436	14,325937	9,0316	0,0702.
	Punto de inflexión (e)	0,326939	0,078803	4,1488	0,1506
Error estándar residual			14,37713		

Códigos de significancia: '***' 0,1%, '**' 1%, '*' 5%, '.' 10%, ' ' ns

En la tabla 9, podemos observar los parámetros de biomasa fresca que fueron evaluados a los 28 días, en la tabla se puede observar que el glifosato presenta diferencia estadística al igual que el glufosinato, mientras que en el paraquat no se obtuvo diferencia estadística, los parámetros de regresión se obtuvieron utilizando el modelo logístico logarítmico de cuatro variables en cada herbicida.

Figura 3

Reducción de biomasa fresca de malezas, obtenida a los 28 días, en parcelas de plátano con glifosato, glufosinato y paraquat.



La reducción de biomasa fresca (Figura 4), demuestra que paraquat en dosis de 1 l/ha la curva se estabiliza, de igual forma ocurre con glufosinato, por otro lado, glifosato refleja que disminuye conforme aumenta la dosis 2 l/ha donde empieza a consolidarse; interpretándose que en aumento de dosis no existirá mayor pérdida de peso fresco.

Biomasa seca

Tabla 10

Análisis de varianza de la biomasa fresca de malezas, obtenida a los 28 días de evaluación.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	p-valor
Bloque	3	201	61,9	2,744	0,0614.
Herbicida	2	213	106,5	7,028	0,00232 **
Dosis	4	7589	1897,3	125,169	<2e-16 ***
Herbicida:Dosis	8	643	23,8	1,570	0,16321
Total	42	637	15,2		

Códigos de significancia: '***' 0,1%, '**' 1%, '*' 5%, '.' 10%, ' ' ns

El análisis de varianza de biomasa fresca de malezas (Tabla 10), muestra que los herbicidas y dosis expresaron resultados significativos en la disminución de biomasa en los 28 días de investigación del cultivo de plátano.

Tabla 11

Parámetros del modelo logístico logarítmico de cuatro variables de la biomasa seca de malezas en parcelas de plátano con glifosato, glufosinato y paraquat a los 28 días

Herbicida	Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
Glifosato	Pendiente (b)	2,350263	0,936638	2,5093	0,24143
	Límite inferior (c)	10,433373	1,907440	5,4698	0,11512
	Límite superior (d)	38,010858	1,705219	22,2909	0,02854 *
	Punto de inflexión (e)	0,271429	0,033373	8,1333	0,07788.
Error estándar residual			1,708287		
Glufosinato	Pendiente (b)	2,684067	0,625976	4,2878	0,14586
	Límite inferior (c)	3,647342	1,257715	2,9000	0,21140
	Límite superior (d)	37,997294	1,321743	28,7479	0,02214 *

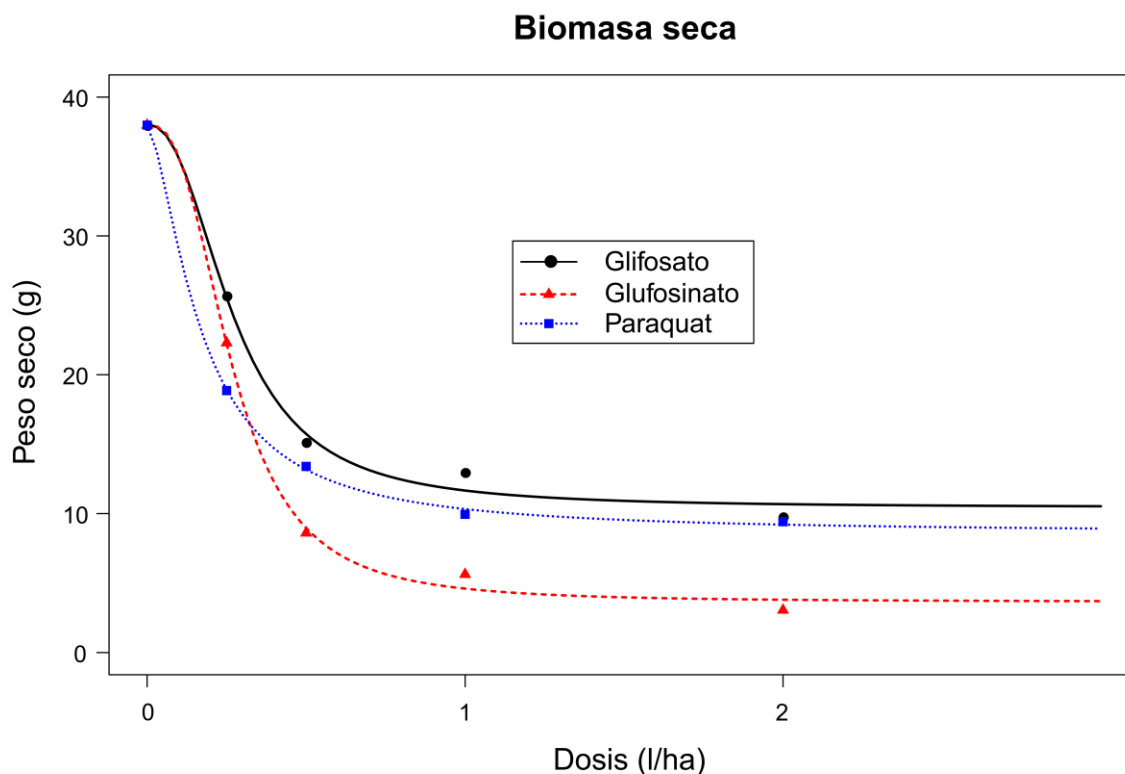
Herbicida	Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
	Punto de inflexión (e)	0,265582	0,017817	14,9058	0,04265 *
	Error estándar residual	1,322763			
Paraquat	Pendiente (b)	1,553819	0,280289	5,5436	0,113616
	Límite inferior (c)	8,593338	0,752803	11,4151	0,055628.
	Límite superior (d)	37,977351	0,495609	76,6276	0,00830 **
	Punto de inflexión (e)	0,168544	0,013294	12,6780	0,050111.
	Error estándar residual	0,4955547			

Códigos de significancia: '***' 0,1%, '**' 1%, '*' 5%, '.' 10%, ' ' ns

En la tabla 11, podemos ver los parámetros de biomasa seca que fueron evaluados a los 28 días, en la tabla se puede observar que el glifosato presenta diferencia estadística al igual que el glufosinato y paraquat, los parámetros de regresión se obtuvieron utilizando el modelo logístico logarítmico de cuatro variables en cada herbicida.

Figura 4

Reducción de biomasa seca de malezas, obtenida a los 28 días, en parcelas de plátano con glifosato, glufosinato y paraquat



En la figura 4, se observa la pérdida de biomasa seca, donde el glufosinato va disminuyendo a medida que se eleva la dosis (2 l/ha) y comienza a estabilizarse, de igual manera esto sucede con paraquat, mientras que con glifosato tenemos que la curva se estabiliza en dosis de 1 l/ha, lo cual es indicativo que cuando las curvas lleguen a estabilizarse así se les agregue mayor dosis no perderán más peso en biomasa fresca.

Dosis óptima en base a biomasa seca

Tabla 12

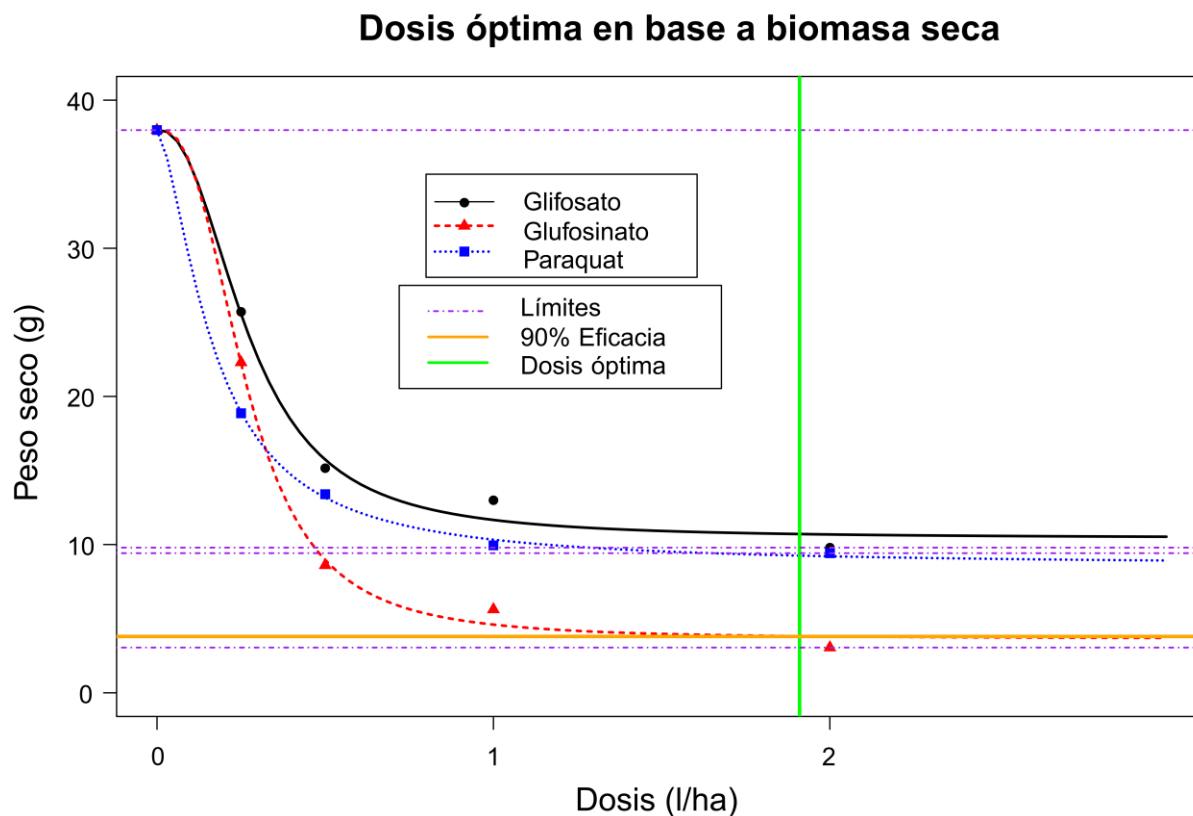
Dosis de glufosinato para obtener 85 y 90% de reducción de biomasa seca de malezas en plátano

Herbicida	Pendiente (b)	Error estándar	ED ₈₅ (± SE)	ED ₉₀ (± SE)
Glifosato	2,350263	1,708287	ND	ND
Glufosinato	2,684067	1,322763	1,03 (± 0,34)	1,91 (± 0,60)
Paraquat	1,553819	0,4955547	ND	ND

En la tabla 12 se observa que la aplicación del glifosato no logró sobrepasar el 85% de pérdida de biomasa fresca, por lo que no se determinó la dosis efectiva del glifosato por medio de este parámetro, con el glufosinato si se alcanzó el 85% de reducción de biomasa de la biomasa (ED85) con la dosis de 1.03 (± 0,34) l/ha y logro el 90% de control (ED90) en la dosis de 1.91 (± 0,60) l/ha y con el paraquat no se determinó la dosis efectiva.

Figura 5

Dosis óptima en base a la reducción de biomasa seca de malezas en plátano



En la Figura 5, se observa como la reducción de biomasa seca ocasionada por acción de las distintas dosis de herbicidas, siendo así que en glifosato y paraquat no lograron alcanzar el 90% de pérdida de biomasa, en el caso de paraquat esto se debe a que este herbicida no ocasiona un daño mayor en la parte fisiológica de la planta, tal como lo menciona (Blum & Sabando, 2012) quienes indican que paraquat tiene un modo de acción rápida, pero con limitada movilidad en el apoplasto.

En cuanto a la aplicación de glifosato este no alcanza el 90% de control en base a la reducción de biomasa seca ya que en la investigación existieron malezas tales como *Conyza bonariensis* L. que según indican (Bagnolo & Cortes, 2020) glifosato presenta un control

deficiente sobre este tipo de malezas por lo cual para aumentar la eficacia de este producto se recomienda la combinación de glifosato y herbicidas inhibidores de ALS.

Finalmente, glufosinato fue el único que alcanzó una dosis óptima (90%) con 1,91 (\pm 0,60) esto se debe a que este herbicida presenta una resistencia a lluvias de cuatro a seis horas, además causa un daño fisiológico relevante, según menciona (Silva, y otros, 2016) glufosinato inhibe la síntesis de glutamina, disminuye la tasa fotosintética, detención del crecimiento apical y axilar, decoloración de los tejidos verdes y la necrosis de los órganos donde el producto ha sido absorbido.

Diagnóstico visual

Tabla 13

Análisis de varianza del control visual de malezas en plátano

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	p-valor
Bloque	3	819	275	0,986	0,3206
Herbicida	2	3643	1822	29,529	8,58e-12 ***
Dosis	4	93421	23355	97,284	<2e-16 ***
Día	3	145649	36412	590,238	< 2e-16 ***
Herbicida:Dosis	8	7285	911	14,761	< 2e-16 ***
Herbicida:Día	6	9855	1642	26,625	< 2e-16 ***
Dosis:Día	12	12763	1064	17,240	< 2e-16 ***
Herbicida:Dosis:Día	24	8409	350	5,679	1,89e-12 ***
Total	177	10919	62		

Códigos de significancia: '***' 0,1%, '**' 1%, '*' 5%, '.' 10%, ' ' ns

El análisis de varianza de control de malezas (Tabla 13), expresa diferencia estadística significativa en herbicidas, dosis y días, mientras que, en las comparaciones herbicidas vs dosis, herbicida vs día, dosis vs día y herbicidas vs dosis vs día, demostraron diferencia estadística significativa, por ende, todas las fuentes de variación interpretaron diferencia en todo el lapso de evaluación.

Tabla 14

Parámetros del modelo logístico logarítmico de cuatro variables del control visual de malezas en las parcelas de plátano con glifosato

Días de control	Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
7	Pendiente (b)	2,36469	1,06866	2,2128	0,27022
	Límite inferior (c)	2,02358	3,99639	0,5064	0,70161
	Límite superior (d)	48,93541	4,30456	11,3683	0,05586.
	Punto de inflexión (e)	0,90246	0,11357	7,9464	0,07970.
	Error estándar residual	4,17732			
14	Pendiente (b)	1,12431	0,47162	2,3839	0,1399
	Límite inferior (c)	-	-	-	-
	Límite superior (d)	88,81807	39,43637	2,2522	0,1531
	Punto de inflexión (e)	1,14945	0,93619	1,2278	0,3444
	Error estándar residual	7,170931			
21	Pendiente (b)	1,73986	0,34727	5,0101	0,12542
	Límite inferior (c)	0,73113	2,21053	0,3307	0,79665
	Límite superior (d)	65,64775	5,06125	12,9707	0,04898 *
	Punto de inflexión (e)	1,05361	0,12039	8,7513	0,07243.
	Error estándar residual	2,250689			
28	Pendiente (b)	2,89226	0,16722	17,296	0,0033 **
	Límite inferior (c)	-	-	-	-
	Límite superior (d)	32,49398	0,51379	63,244	0,0002499***
	Punto de inflexión (e)	0,94353	0,01647	57,286	0,0003046***
	Error estándar residual	0,5115719			

Códigos de significancia: '***' 0,1%, '**' 1%, '*' 5%, '.' 10%, ' ' ns

En la tabla 14, se muestran los parámetros de control visual de malezas con glifosato evaluados cada siete días durante cuatro semanas, utilizando el modelo logístico logarítmico de cuatro variables en cada herbicida aplicado, la tabla indica que en los días 7, 21 y 28 el glifosato presenta una pendiente con significancia estadística.

Tabla 15

Parámetros del modelo logístico logarítmico de cuatro variables del control visual de malezas en las parcelas de plátano con glufosinato.

Días de control	Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
7	Pendiente (b)	1,114365	0,071776	15,5255	0,04095 *
	Límite inferior (c)	0,072842	0,568043	0,1282	0,91881
	Límite superior (d)	68,632615	5,342734	12,8460	0,04946 *
	Punto de inflexión (e)	1,365654	0,181234	7,5353	0,08399 .
	Error estándar residual	0,5699596			
14	Pendiente (b)	1,757867	0,216175	8,1317	0,07790 .
	Límite inferior (c)	0,892535	2,768239	0,3224	0,80144
	Límite superior (d)	98,735510	3,497971	28,2265	0,02254 *
	Punto de inflexión (e)	0,846957	0,050985	16,6119	0,03828 *
	Error estándar residual	2,8497			
21	Pendiente (b)	1,45837	0,18558	7,8586	0,015809 *
	Límite inferior (c)	-	-	-	-
	Límite superior (d)	91,50212	6,81520	13,4262	0,0055 **
	Punto de inflexión (e)	0,98393	0,12626	7,7930	0,016070 *
	Error estándar residual	2,936926			
28	Pendiente (b)	2,103877	0,306150	6,8721	0,020525 *
	Límite inferior (c)	-	-	-	-
	Límite superior (d)	64,488991	3,740887	17,2390	0,00335 **
	Punto de inflexión (e)	1,109889	0,093017	11,9321	0,00695 **
	Error estándar residual	2,228279			

Códigos de significancia: '****' 0,1%, '***' 1%, '**' 5%, '.' 10%, ' ' ns

En la tabla 15, se muestran los parámetros de control visual de malezas con glufosinato evaluados cada siete días durante cuatro semanas, utilizando el modelo logístico logarítmico de cuatro variables, la tabla indica que en los días 7, 21 y 28 el herbicida glufosinato presenta diferencia significativa.

Tabla 16

Parámetros del modelo logístico logarítmico de cuatro variables del control visual de malezas en las parcelas de plátano con paraquat

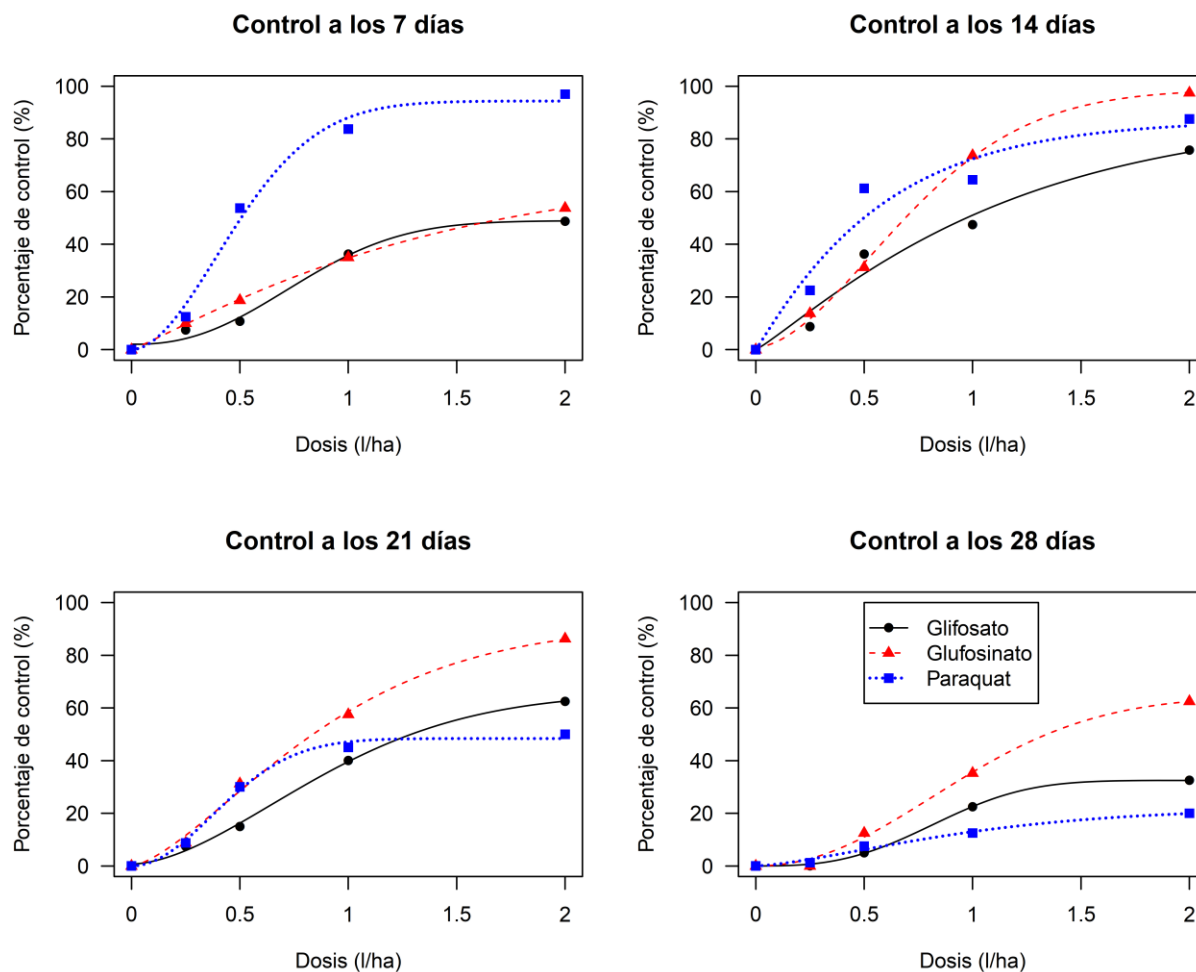
Días de control	Parámetro	Estimado	Error estándar	t-valor	p-valor
7	Pendiente (b)	1,872657	0,524160	3,5727	0,070196 .
	Límite inferior (c)	-	-	-	-
	Límite superior (d)	94,402515	6,762397	13,9599	0,00509 **
	Punto de inflexión (e)	0,587707	0,091785	6,4031	0,023533 *
	Error estándar residual	5,826756			
14	Pendiente (b)	1,05354	0,62265	1,6920	0,23271
	Límite inferior (c)	-	-	-	-
	Límite superior (d)	87,17215	20,97772	4,1555	0,05332 .
	Punto de inflexión (e)	0,57950	0,34127	1,6981	0,23159
	Error estándar residual	10,98947			
21	Pendiente (b)	1,994488	0,536536	3,7173	0,065352 .
	Límite inferior (c)	-	-	-	-
	Límite superior (d)	48,392251	2,285979	21,1692	0,00222 **
	Punto de inflexión (e)	0,524548	0,057615	9,1043	0,011850 *
	Error estándar residual	2,176024			
28	Pendiente (b)	1,43303	0,36505	3,9256	0,05919 .
	Límite inferior (c)	-	-	-	-
	Límite superior (d)	21,77596	3,99883	5,4456	0,03211 *
	Punto de inflexión (e)	1,06892	0,32573	3,2816	0,08165 .
	Error estándar residual	1,338754			

Códigos de significancia: '****' 0,1%, '***' 1%, '**' 5%, '.' 10%, ' ' ns

En la tabla 16, se muestran los parámetros de control visual de malezas con paraquat evaluados cada siete días durante cuatro semanas, utilizando el modelo logístico logarítmico de cuatro variables en cada herbicida aplicado, los datos indican que en todos los días de control el paraquat mostró una pendiente con diferencia significativa.

Figura 6

Evaluación visual del control de malezas en plátano



En la Figura 6, se observa la evaluación visual de las diferentes dosis de herbicidas (glifosato, glufosinato y paraquat) cada siete días durante cuatro semanas, donde se evidencia que desde los primeros siete días, el paraquat actuó de mejor manera en dosis de 1 l/ha presentado controles del 85% a diferencia de glifosato y glufosinato que no pasaron del 40% de control; mientras que en dosis de 2 l/ha se evidencio que paraquat logró efectividad mayores al 95% , por otro lado glifosato y glufosinato no excedieron el 60% de control.

Seguidamente a los catorce días, se aprecia que en dosis de 1 l/ha los herbicidas paraquat y glufosinato demostraron efectividad del 70%, por otra parte, glifosato demostró un 45% de control; en dosis de 2 l/ha, glufosinato obtuvo porcentajes de control del 98%, a diferencia de paraquat con 80% de control y glifosato con 70% de efectividad.

Posteriormente a los veintiún días, en dosis de 1 l/ha glufosinato mostró 58% de control, al contrario de paraquat y glifosato con probabilidades menores de 50% de control; contrariamente en dosis de 2 l/ha glufosinato evidencio 85% de efectividad, de modo parecido glifosato y paraquat manifestaron porcentajes menores al 60% de control.

Por último, a los veintiocho días, en dosis de 1 l/ha los herbicidas glufosinato, glifosato y paraquat revelaron porcentajes menores al 40% de control; no obstante en dosis de 2 l/ha glufosinato demostró 60% de control, a diferencia de glifosato y paraquat con porcentajes menores al 30% de control.

Dosis óptima en base al diagnóstico visual

Tabla 17

Dosis de glufosinato para obtener 85 y 90% de control visual de malezas hasta los 21 días.

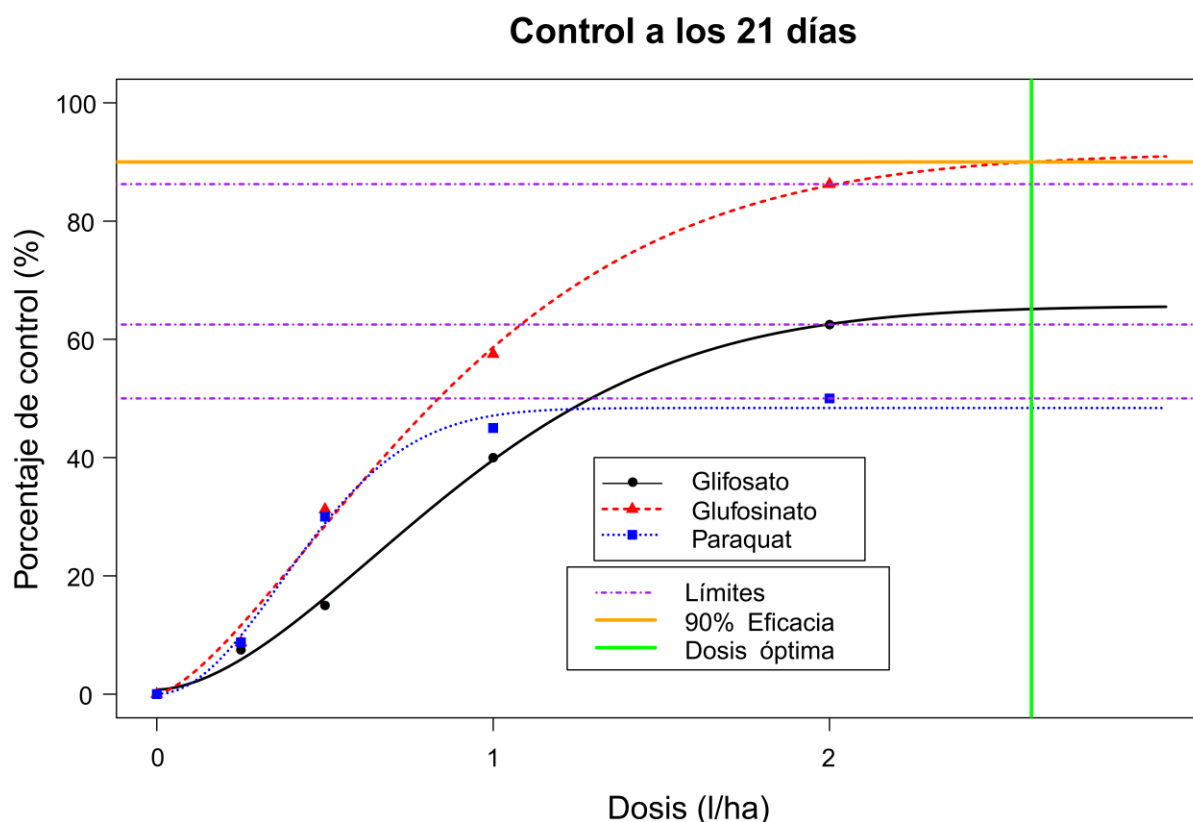
Herbicida	Pendiente (b)	Error estándar	ED ₈₅ (± SE)	ED ₉₀ (± SE)
Glifosato	1,12431	0,47162	ND	ND
Glufosinato	1,757867	0,216175	1,72 (± 0,49)	2,60 (± 0,31)
Paraquat	1,05354	0,62265	ND	ND

En la Tabla 17, se observa que si se desea alcanzar un 85 % de efectividad en glufosinato será necesaria dosis de 1,72 l/ha, además en esta dosis nos refleja que existe un

error estándar de ($\pm 0,49$), así mismo si se desea un control efectivo (90%) la dosis a emplear es de 2,60 l/ha con un error estándar de ($\pm 0,31$). En cuanto a glifosato y paraquat ninguno de estos tuvo un porcentaje de eficacia que se acerque a los 85 %.

Figura 7

Dosis óptima en base al control visual, hasta los 21 días, de malezas en plátano



En la figura 7 demuestra que para alcanzar el 85% de control de malezas la dosis es de 1,70 l/ha de glufosinato. Sin embargo, la dosis efectiva fue de 2,60 l/ha de glufosinato, para tener 90% de eficacia, siendo un control muy bueno según la escala visual descrita por (ALAM, 1974), evaluado hasta los 21 días acorde a la gráfica.

Según (Murillo, 2022) menciona que glufosinato de amonio en época seca, aplicando dosis de 1,5 l/ha obtuvo controles del 91% generando control alto en periodos de 35 a 40 días

mientras que dosis de 2 l/ha mostró efectividad del 96,75% a los 35 días; por otra parte (Gonzales & Rodríguez, 2012) manifestó que en época lluviosa logró con dosis de 1 l/ha efectividad del 87% mientras que dosis de 2,5 l/ha control 95,25% respectivamente.

Por lo tanto, se analiza que en temporada lluviosa para tener similares efectos residuales a la época seca, debe aumentarse la dosis de control con glufosinato por ende nuestros resultados se asimilan a (Gonzales & Rodríguez, 2012), donde se expresó resistencias altas hasta 42 días, permitiendo que malezas predominantes y resistentes a otros herbicidas sean controladas con eficiencia, en consecuencia brindará mayores rentabilidades productivas en el cultivo de plátano.

Con respecto a glifosato y paraquat se observa que no alcanzaron las dosis efectivas, por ende, en dosis de 1 l/ha están por debajo del 50% denominándose un control regular según la escala visual descrita por (ALAM, 1974); mientras que en cantidad de 2 l/ha glifosato alcanza 62% de efectividad y contrariamente paraquat logró 48%, acorde a la escala de designa como un control regular y suficiente.

La pérdida de eficiencia del glifosato suscitó acorde a (Solomon, et al, 2000) debido a la descomposición enzimática por efecto de los microorganismos del suelo, la cual origina la formación de metabolitos biológicamente inactivos, como el ácido amino metil fosfónico (AMPA) además de factores como CO₂, agua y nitrógeno, denominándose productos generales de degradación del Glifosato; por lo tanto la evaluación se realizó en época lluviosa o temporada invernal generando que no exista adsorción del herbicida por competencia de fijación de fosfatos, disminuyendo los lapsos de tiempo promedio de 141 días por efecto del lavado de cierta fracción nitrogenada por las lluvias y por la degradación de microorganismos.

La pérdida de efectividad de paraquat en dosis de 1 y 2 l/ha desde los catorce días en adelante sucedió debido a las altas precipitaciones y humedad relativa en la zona evaluada según lo confirman (Vargas, Viera, & Anteparra, 2013) donde probaron dosis de Paraquat 2, 3 y 4 l/ha obteniendo a los 28 días un progreso medio en el control, atribuyéndose a que la humedad relativa fue mayor en este caso, ya que a mayor humedad relativa se necesita mayor dosis de herbicidas, además de que la materia orgánica y pH ácido del suelo fueron altos reduciendo la efectividad de los herbicidas; seguidamente la (Labrada, Caseley, & Parker, 1996) mencionan que los herbicidas cargados positivamente, como paraquat, no tienen actividad en el suelo, por quedar fijados fuertemente por los coloides de suelo cargados negativamente; por otro lado (Caballero, 2013) indica que la penetración del Paraquat a través de la superficie foliar ocurre casi de inmediato después de aplicarlo si hay luz ya que inhibe la fotosíntesis generando daños en pocos minutos y en unos 3 días causa necrosis foliar completa, lo cual ocurrió en la evaluación suscitada; por lo tanto (Rodríguez, 2011) y (Benítez, 2011) citan que los herbicidas actúan mejor en ambientes con baja precipitación por fijarse más tiempo en la hoja.

Composición botánica

Tabla 18

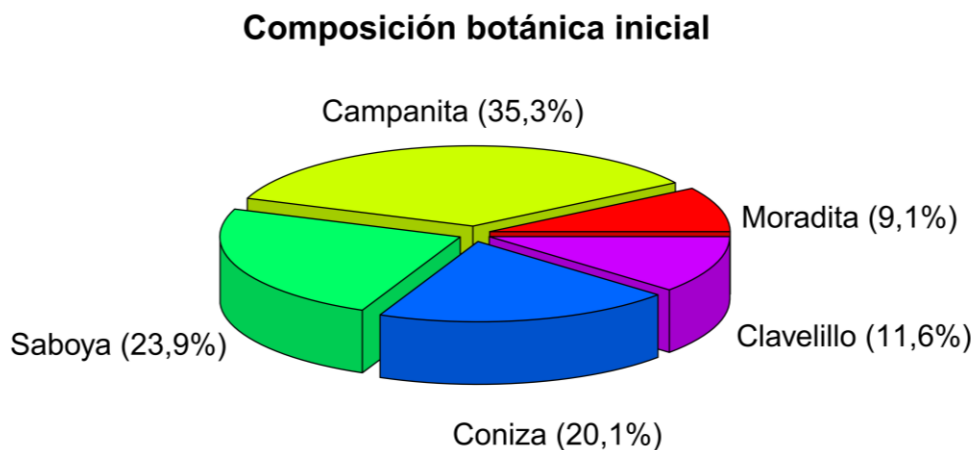
Pesos obtenidos de las malezas presentes antes de iniciar el experimento

Nombre Científico	Nombre Común	Peso fresco	Peso relativo
<i>Cuphea strigulosa</i>	Moradita	51,25	0,091
<i>Asystasia gangetica alba</i>	Campanita	199,1	0,353
<i>Panicum maximun</i>	Saboya	135,21	0,240
<i>Conyza bonariensis</i>	Coniza	113,61	0,201
<i>Emilia fosbergii</i>	Clavelillo	65,11	0,115
TOTAL		564,28	1,000

Los pesos de malezas antes de iniciar la evaluación (tabla 19), demuestra las especies encontradas en la composición botánica inicial de toda el área experimental, describiéndose los pesos totales y promediados de cada bloque.

Figura 8

Composición botánica inicial del área experimental



En la figura 8, se refleja el porcentaje de malezas que se observaron en el área donde se desarrolló la investigación, estos datos se presentaron antes de iniciar el ensayo. Es así que la maleza con mayor predominancia corresponde a campanita con 35,3 % mientras que la de menor porcentaje de presencia en el área experimental fue moradita con 9,1 %.

Tabla 19

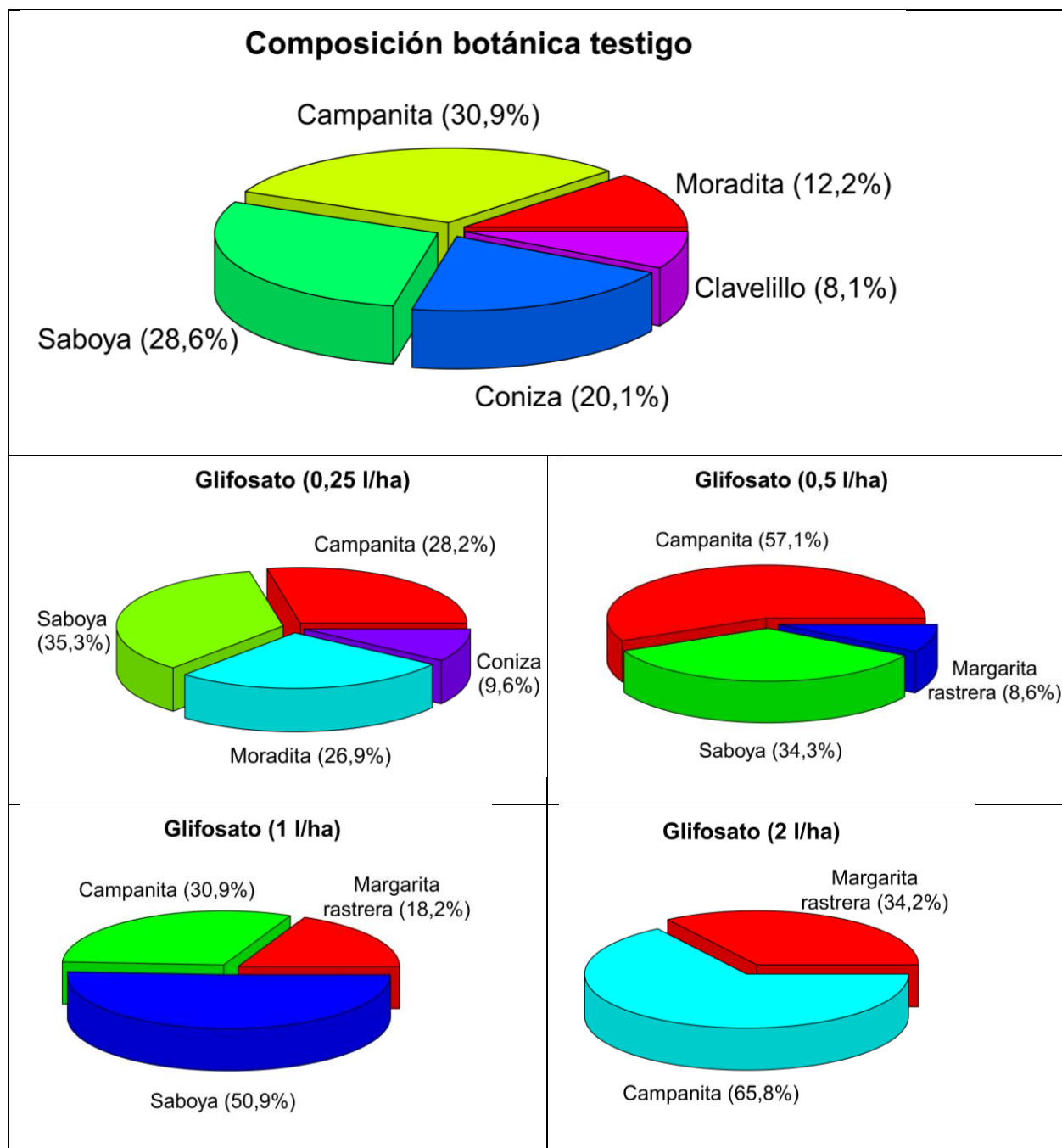
Especies de malezas encontradas a los 28 días de control en parcelas con diferentes dosis de glifosato

Tratamiento	Nombre científico	Nombre común	Peso fresco	Total	Peso relativo
Testigo	<i>Cuphea strigulosa</i>	Moradita	64,79	530,1	0,122
	<i>Asystasia gangetica alba</i>	Campanita	163,96		0,309
	<i>Panicum maximum</i>	Saboya	151,83		0,286
	<i>Conyza bonariensis</i>	Coniza	106,54		0,201
	<i>Emilia fosbergii</i>	Clavelillo	42,98		0,081
Glifosato (0,25 l/ha)	<i>Asystasia gangetica alba</i>	Campanita	65,11	230,83	0,282
	<i>Panicum maximum</i>	Saboya	81,54		0,353
	<i>Cuphea strigulosa</i>	Moradita	62,08		0,269
	<i>Conyza bonariensis</i>	Coniza	22,1		0,096
Glifosato (0,5 l/ha)	<i>Asystasia gangetica alba</i>	Campanita	72,12	126,5	0,570
	<i>Panicum maximum</i>	Saboya	43,56		0,344
	<i>Sphagneticola trilobata</i>	Margarita rastrea	10,82		0,086
Glifosato (1 l/ha)	<i>Sphagneticola trilobata</i>	Margarita rastrea	21,12	115,8	0,182
	<i>Asystasia gangetica alba</i>	Campanita	35,77		0,309
	<i>Panicum maximum</i>	Saboya	58,91		0,509
Glifosato (2 l/ha)	<i>Sphagneticola trilobata</i>	Margarita rastrea	18,22	53,2	0,342
	<i>Asystasia gangetica alba</i>	Campanita	34,98		0,658

La composición botánica y el peso de la biomasa fresca se evaluaron con un cuadrante de 0,5 m² permitiendo determinar el promedio de peso seco de cada tratamiento con glifosato (Tabla 19).

Figura 9

Composición botánica de malezas a los 28 días en parcelas con glifosato



La composición botánica de malezas a los 28 días de evaluación con diversas dosis de glifosato (Figura 9), mostró que el número de especies se reducen cuando se aplican dosis

altas pero existe resistencia de parte de algunas especies de malezas. Las malezas campanita y margarita rastrera demuestran resistencia a glifosato en dosis de 2 l/ha por ende (Zelaya, 2019) cita que glifosato de manera limitada controla *Sphagneticola trilobata* y *Asystasia gangetica*.

Por otro lado, en dosis de 0,25, 0,5 y 1 l/ha podemos analizar los resultados de composición botánica que especies como *Conyza bonariensis* y *Panicum maximum* son resistentes en dosis bajas.

Según (Ramírez, Bravo, & Herrera, 2017) menciona que plantas resistentes a glifosato surgen por tenerlo como método principal y único control de malezas por efecto del uso de este herbicida por varios años, mientras que (Muñoz, 2021) indica que la resistencia es característica seleccionada en un biotipo o población específica tal como sucede en sistemas convencionales de producción agrícola donde la aplicación continua de herbicidas acorde a su selectividad causa la evolución de biotipos de malezas que evitan ser controladas por un específico herbicida al que eran susceptibles.

Tabla 20

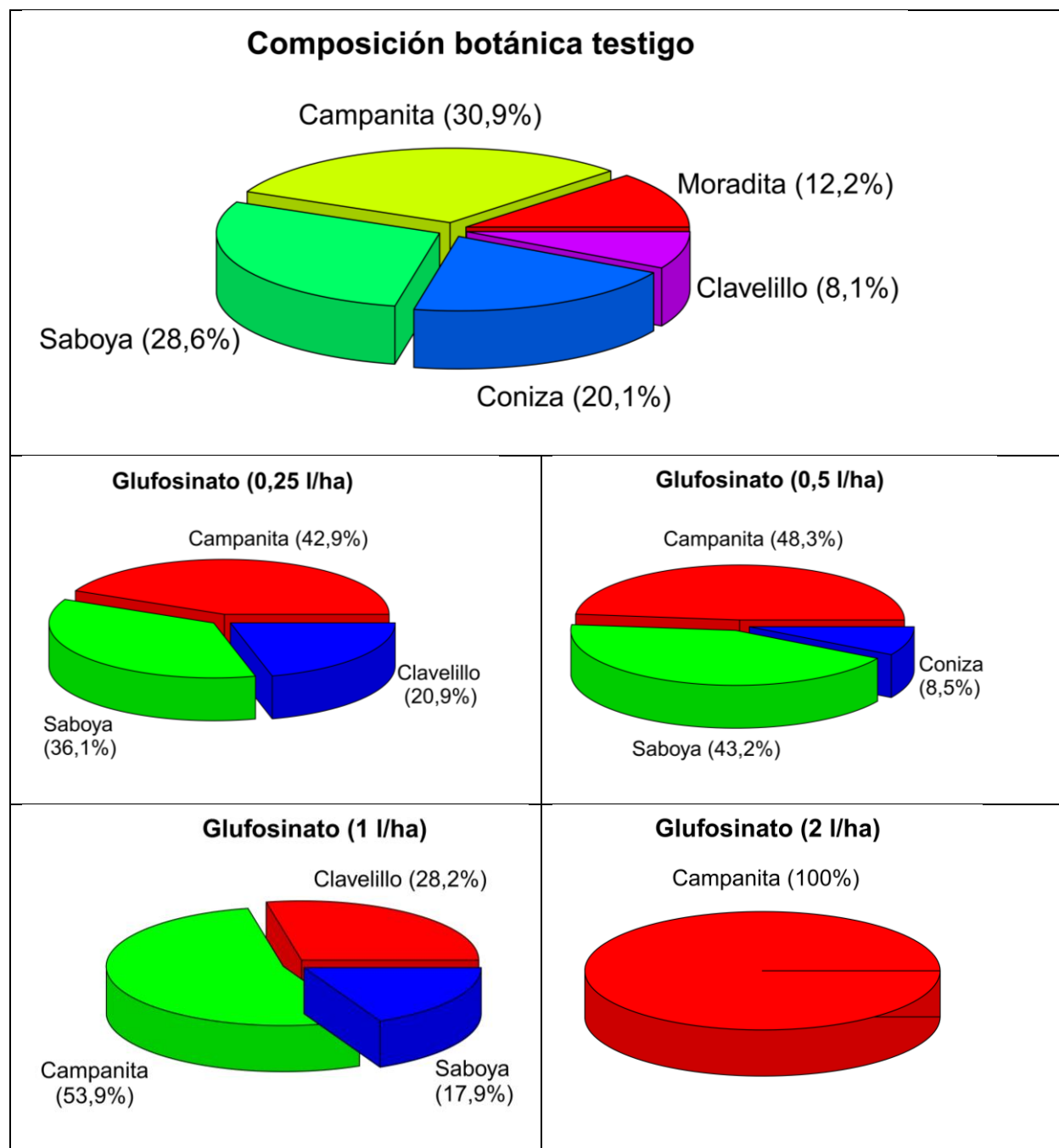
Especies de malezas encontradas a los 28 días de control en parcelas con diferentes dosis de glufosinato

Tratamiento	Nombre científico	Nombre común	Peso fresco	Total	Peso relativo
Testigo	<i>Cuphea strigulosa</i>	Moradita	64,79	530,1	0,122
	<i>Asystasia gangetica alba</i>	Campanita	163,96		0,309
	<i>Panicum maximum</i>	Saboya	151,83		0,286
	<i>Conyza bonariensis</i>	Coniza	106,54		0,201
	<i>Emilia fosbergii</i>	Clavelillo	42,98		0,081
Glufosinato (0,25 l/ha)	<i>Asystasia gangetica alba</i>	Campanita	51,23	119,31	0,429
	<i>Panicum maximum</i>	Saboya	43,12		0,361
	<i>Emilia fosbergii</i>	Clavelillo	24,96		0,209
Glufosinato (0,5 l/ha)	<i>Asystasia gangetica alba</i>	Campanita	51,32	106,22	0,483
	<i>Panicum maximum</i>	Saboya	45,88		0,432
	<i>Conyza bonariensis</i>	Coniza	9,02		0,085
Glufosinato (1 l/ha)	<i>Emilia fosbergii</i>	Clavelillo	14,56	51,63	0,282
	<i>Asystasia gangetica alba</i>	Campanita	27,81		0,539
	<i>Panicum maximum</i>	Saboya	9,26		0,179
Glufosinato (2 l/ha)	<i>Asystasia gangetica alba</i>	Campanita	5,77	5,77	1,000

En la tabla 20, muestra la evolución de la composición botánica final a los 28 días de evaluación de dosis de glufosinato, también se muestra el peso relativo el cual está en relación al peso total de la muestra.

Figura 10

Composición botánica de malezas a los 28 días en parcelas con glufosinato



Los datos indican las especies encontradas a los 28 días de las parcelas con glufosinato, el peso relativo de las mismas se ve reflejado de manera gráfica en la figura 10. En

la dosis (2 l/ha) se observa que *Asystasia gangetica alba* es la especie que apareció luego de 28 días en muy pocos sitios, alcanzando 5,77 g de peso fresco. Por consiguiente, para una mejor efectividad de control se puede complementar con controles mecánicos como chapias donde exista mayor emergencia de la maleza.

Tabla 21

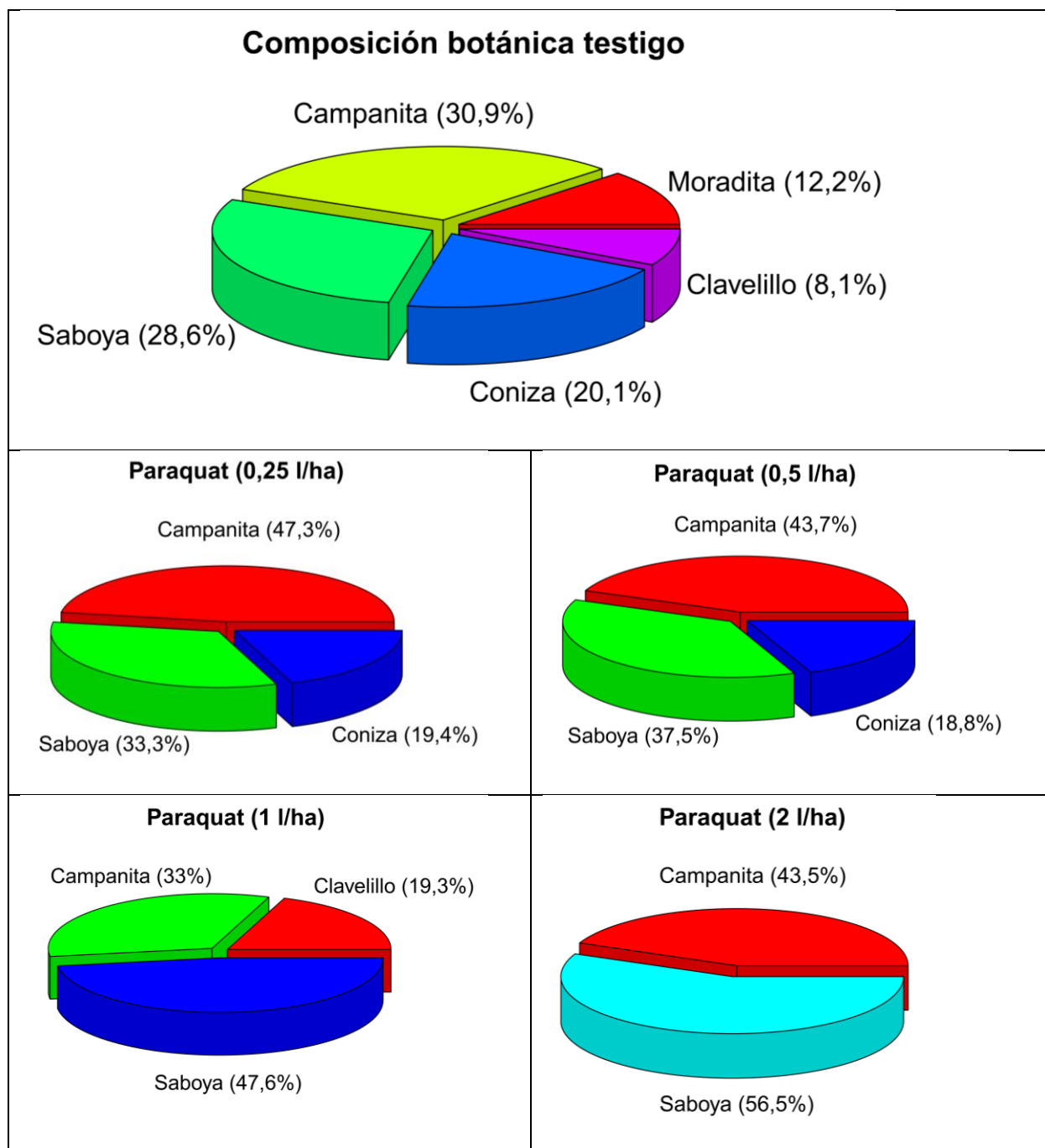
Especies de malezas encontradas a los 28 días de control en parcelas con diferentes dosis de paraquat

Tratamiento	Nombre científico	Nombre común	Peso fresco	Total	Peso relativo
Testigo	<i>Cuphea strigulosa</i>	Moradita	64,79	530,1	0,122
	<i>Asystasia gangetica alba</i>	Campanita	163,96		0,309
	<i>Panicum maximun</i>	Saboya	151,83		0,286
	<i>Conyza bonariensis</i>	Coniza	106,54		0,201
	<i>Emilia fosbergii</i>	Clavelillo	42,98		0,081
Paraquat (0,25 l/ha)	<i>Asystasia gangetica alba</i>	Campanita	76,99	162,82	0,473
	<i>Panicum maximun</i>	Saboya	54,24		0,333
	<i>Conyza bonariensis</i>	Coniza	31,59		0,194
Paraquat (0,5 l/ha)	<i>Asystasia gangetica alba</i>	Campanita	59,73	136,66	0,437
	<i>Panicum maximun</i>	Saboya	51,25		0,375
	<i>Conyza bonariensis</i>	Coniza	25,68		0,188
Paraquat (1 l/ha)	<i>Emilia fosbergii</i>	Clavelillo	18,65	96,43	0,193
	<i>Asystasia gangetica alba</i>	Campanita	31,86		0,330
	<i>Panicum maximun</i>	Saboya	45,92		0,476
Paraquat (2 l/ha)	<i>Panicum maximun</i>	Saboya	12,05	27,72	0,435
	<i>Asystasia gangetica alba</i>	Campanita	15,67		0,565

La tabla 21 indica de manera detallada la composición botánica final alcanzada por cada uno de los tratamientos evaluados, así como también el peso de la biomasa fresca tomado mediante el cuadrante de 0,5 m², además se muestra su peso relativo con relación al peso total de la muestra.

Figura 11

Composición botánica de malezas a los 28 días en parcelas con paraquat



La composición botánica en parcelas con paraquat a los 28 días (Figura 11), indica como los porcentajes de especies cambian según el aumento de dosis, siendo el caso de

Panicum maximun y *Asystasia gangetica alba* en dosis de 2 l/ha demostraron tolerancia por efecto del aumento de humedad relativa siendo necesario que disminuyan las precipitaciones para que el herbicida actúe mejor.

Estimación de costos por dosis

Se estimaron los costos de las diferentes dosis de herbicidas (glifosato, glufosinato y paraquat) aplicarse por hectárea, los resultados se presentan a continuación:

Tabla 22

Costos por hectárea en las diferentes dosis de glifosato, glufosinato y paraquat.

Herbicidas	Unidad	Cantidad (l)	Precio unitario (\$)	Costo total/ha (\$)
Glifosato 0,25 L	L/Ha	0,25	7,5	1,875
Glifosato 0,50 L	L/Ha	0,5	7,5	3,75
Glifosato 1 L	L/Ha	1	7,5	7,5
Glifosato 2 L	L/Ha	2	7,5	15
Glufosinato 0,25L	L/Ha	0,25	22	5,5
Glufosinato 0,50L	L/Ha	0,5	22	11
Glufosinato 1L	L/Ha	1	22	22
Glufosinato 2L	L/Ha	2	22	44
Paraquat 0,25 L	L/Ha	0,25	7	1,75
Paraquat 0,50 L	L/Ha	0,5	7	3,5
Paraquat 1L	L/Ha	1	7	7
Paraquat 2L	L/Ha	2	7	14

En la tabla 22, se observa que la dosis más económica corresponde al herbicida paraquat en dosis de 0,25 L, seguida por el glifosato en dosis de 0,25 L, sin embargo, con las dosis indicadas de esos herbicidas no se obtiene un control de malezas por encima del 90%, según el programa estadístico R.

Tabla 23

Costos por hectárea en dosis efectiva de glifosato, glufosinato y paraquat en base al control visual a los 21 días.

Herbicidas	Unidad	Cantidad (l)	Precio unitario (\$)	Costo total/ha (\$)
Glufosinato 2,60 L	L/ha	1	22	57,2

El costo de la dosis efectiva (tabla 23), que presentó un 90% de control de malezas fue la dosis de 2,60 l/ha, expresó un costo total de \$57,20 por hectárea del herbicida glufosinato.

Tabla 24

Costos de mano de obra de la aplicación de los tratamientos.

Materiales	Unidad	Cantidad	Precio/unidad (\$)
Bomba de fumigar	Unidad	1	5
Transporte	Unidad	1	5
Cargador agua	Jornal	1	13
Aplicación herbicida	Jornal	1	13

Los costos de mano de obra gestionados en la evaluación (tabla 24), se muestran de manera igual en cada aplicación.

Capítulo V

Conclusiones

El herbicida glufosinato presentó mayor efecto que paraquat y glifosato en la variable reducción de biomasa seca de malezas durante los 28 días en dosis de 2 l/ha, de igual forma en la evaluación visual a los 28 días, glufosinato fue el herbicida con mayor efecto en dosis mayores a 2 L/ha con un control del 60%

Se determinó una dosis óptima en cuanto a la variable reducción de biomasa seca en el herbicida glufosinato con dosis de 1,91 L/ha, así mismo en cuanto a la variable dosis óptima en base al diagnóstico visual a los 21 días, se estableció que glufosinato alcanzó el 90 % de control con dosis de 2,60 L/ha mientras que controles del 85% se logró con dosis de 1,72 l/ha.

De manera similar en las variables dosis óptima en base a la reducción de biomasa seca y diagnóstico visual, los herbicidas glifosato y paraquat no lograron la dosis óptima ni sobrepasaron el 62% y 48% de control en dosis de 2 l/ha respectivamente, considerándose controles no viables por efecto de altas precipitaciones.

El análisis financiero demostró que la dosis efectiva de glufosinato 2,60 l/ha presentó 57,20 dólares generando 90% de control de malezas debido a que su costo de inversión en relación a los resultados es aceptable.

Recomendaciones

Se recomienda usar glufosinato en dosis de 2,60 L/ha con la finalidad de realizar un buen control de malezas en el cultivo de plátano de exportación en época lluviosa.

Realizar rotaciones de herbicidas incluyendo glufosinato en dosis de 2,60 L/ha para evitar resistencias de malezas, además incluir mecanismos de acción como chapias para obtener mayores controles de arvenses.

Evaluar en otros cultivos empleando glufosinato de amonio para determinar su eficiencia del control de malezas.

Bibliografía

- ALAM, (. L. (1974). Resumen del panel de métodos de evaluación de control de malezas en Latinoamérica. *Asociación Latinoamericana de Malezas*, 6-38.
- Álvarez, E., & León, S. (2020). Evaluación socioeconómica de la producción de plátano en la zona norte de la Provincia de los Ríos. *Journal of Business and entrepreneurial* 4(2), 86-95.
- Bagnolo, A., & Cortes, E. (mayo de 2020). *Informe de Integración Básica y Aplicada en Malezas. N°1*. Obtenido de <https://www.aapresid.org.ar/wp-content/uploads/sites/3/2020/05/Informe-Resistencia-y-Manejo-de-herbicidas-en-Rama-Negra.pdf>
- Benítez, D. (noviembre de 2011). *Efectividad del Paraquat aplicado en la noche y sobre hojas cubiertas con el suelo*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/64c0b16d-c4a2-4536-8589-d16c5128b1e0/content>
- Blum, E., & Sabando, F. (2012). *EVALUACIÓN DE HERBICIDAS PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE BANANO (MUSA SPP) EN CINCO LOCALIDADES DEL CANTÓN VALENCIA*. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Escuela de Ingeniería Agropecuaria.
- Caballero, J. L. (2013). *Antagonismo de Glifosato mezclado con Paraquat o Glufosinato de amonio*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/21967fb4-f9b0-4516-95a9-add809fad818/content>

- Frans, R., Talbert, R., Marx, D., & Crowley, H. (1986). Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices. En D. Camper, *Research Methods in Weed Science. 3rd. ed.* (págs. 29-46). Champaign Illinois: Southern Weed Science Society (USA). .
- Gonzales, & Rodríguez, T. P. (2012). *Niveles de glufosinato de amonio en el control de malezas en el cultivo de banano (MusaAAA)*. Quevedo: UTEQ. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2475/1/T-UTEQ-0319.pdf>
- INIAP . (2016). *Banano, plátano y otras musáceas*. Obtenido de Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP: <http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/banano-platano-y-otras-musaceas/>
- Knezevic, I., Streibig, J., & Ritz, C. (2007). The Concept and Data Analysis. *Weed Technol* 21. *Utilizing R Software Package for Dose-Response Studies*, 840-848.
- Labrada, Caseley, & Parker. (1996). *Manejo de malezas en paises de desarrollo*. FAO. Obtenido de https://ia600204.us.archive.org/10/items/bub_gb_i7inikglZZEC/bub_gb_i7inikglZZEC.pdf
- Lardizabal, R. (2015). MANUAL DE PRODUCCION DE PLATANO DE ALTA DENSIDAD . *Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores* 2(2), 9-31.
- Muñoz, F. R. (2021). *El herbicida glifosato y sus alternativas. Serie de informes técnicos IRET*. UNA. Obtenido de https://ipen.org/sites/default/files/documents/serie_tecnica_44_glifosato_1_1.pdf

- Murillo, D. L. (2022). *Evaluación de herbicidas en el control de malezas de hoja ancha y angosta en el cultivo de Banano (Musa Acuminata)*. Quevedo: UTEQ. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6672/1/T-UTEQ-337.pdf>
- Patiño, M., Tumbaco, A., Tumbaco, J., & Ulloa, S. (2015). *Manual para el cultivo de plátano de exportación*. Santo Domingo: Grupo de Investigación en Cultivos Tropicales (GIAT).
- Quintero, I. (2015). Panorama del manejo de malezas en cultivos de plátano en el departamento de Magdalena, Colombia. *REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS HORTÍCOLAS* 2(9), 329-340.
- Quiroz, L. (2019). *APROVECHAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE PLÁTANO EN LA HACIENDA LAS MARÍAS Y SUS PERSPECTIVAS DE COMERCIALIZACIÓN EN LA CIUDAD DE MANTA*. . Jipijapa: UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ, CARRERA DE COMERCIO EXTERIOR.
- Ramírez, F., Bravo, V., & Herrera, G. (2017). Uso del herbicida glifosato en Costa Rica en el periodo 2007-2015. *Uniciencia* V, 59-72.
- Rodriguez, S. (febrero de 2011). *Efecto de tres herbicidas y diferentes dosis en el control de malezas en el cultivo de plátano (Musa sp.) en Tingo María*. Obtenido de <https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/128/AGR-573.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Silva, I., Carbonari, A., Velini, E., Silva, J., Tropaldi, L., & Gomes, G. (2016). Velocidad de absorción del glufosinato y sus efectos en malezas y algodón. *Agrociencia* 50(2), 239-249.

Solomon, K., Anadón, A., Cerdeira, A., Marshall, J., & Sanín, L. (marzo de 2000). *Identificación del herbicida glifosato propiedades y toxicidad*. Obtenido de

http://www.mamacoca.org/docs_de_base/Fumigas/glifosato_DNE.pdf

Vargas, F., Viera, M., & Anteparra. (29 de mayo de 2013). *Efecto comparativo de paraquat, glifosato y gramocil para el control de malezas en cítricos en Tulumayo, Leoncico Prado*.

Obtenido de <https://revistas.unas.edu.pe/index.php/revia/article/viewFile/98/82>

Villalba, A. (2009). Resistencia a herbicidas. Glifosato. *Ciencia, Docencia y Tecnología* N° 39, Año XX, 169-186.

Zapata, L. (2022). *Determinación de las dosis óptimas de glifosato, glufosinato y paraquat para el control de malezas en plátano*. Santo Domingo de los Colorados: Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. ESPESD. Sede Santo Domingo.

Zelaya, I. (2019). *Capacitación en Herbicidas - Generalidades sobre Malezas*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA. Obtenido de

http://apps.iica.int/pccmca/docs/Minicursos/6.%20lan%20Zelaya/lan_Zelaya-Fisiolog%C3%ADa%20Vegetal%20y%20Modo%20Accion%20Herbicidas.pdf