

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
CAMPUS TECNOLÓGICO LOCAL SAN CARLOS
ESCUELA DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DEL S-METOLACLORO COMO HERBICIDA PRE
EMERGENTE COMO ESTRATEGIA DE CONTROL DE MALEZAS
EN COMPARACIÓN CON LA MEZCLA OXIFLUORFEN, DIURON
Y AMETRINA EN EL CULTIVO DE PIÑA (*Ananas comosus*)**

Trabajo Final de Graduación presentado a la Escuela de Agronomía
como requisito parcial para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Agronomía

LUIS EDUARDO PIEDRA ALFARO

SANTA CLARA, 2024

DERECHOS RESERVADOS © AÑO Luis Eduardo Piedra Alfaro

EVALUACIÓN DEL S-METOLACLORO COMO HERBICIDA PRE EMERGENTE COMO ESTRATEGIA DE CONTROL DE MALEZAS EN COMPARACIÓN CON LA MEZCLA OXIFLUORFEN, DIURON Y AMETRINA EN EL CULTIVO DE PIÑA (*Ananas comosus*)

LUIS EDUARDO PIEDRA ALFARO

Aprobado por los miembros del Tribunal Evaluador:

Ing. Ag. Arnoldo Gadea Rivas, MSc.



Co-asesor

Ing. Ag. Sergio Torres Portuguez, MSc.



Co-asesor

Ing. Ag. José Mauricio Fernández Calvo, Lic.



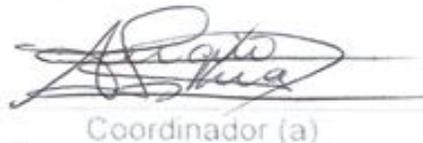
Aesor externo

Ing. Ag. Dennis Espinoza Boniche, Lic.



Jurado

Ing. Ag. Sergio Torres Portuguez, MSc



Coordinador (a)
Trabajos Finales de Graduación

Ing. Ag. Sergio Torres Portuguez, MSc.



Director
Escuela de Agronomía

2024

 CC BY-ND 4.0
Creative Commons Atribución-SinDerivados 4.0
Internacional
<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/?ref=chooser-v1>

DEDICATORIA

Dedicado a Dios por su guía y acompañamiento durante mi carrera y esta etapa final.

Este logro se lo dedico a mis papás, Giselle Alfaro Rojas y Henry Piedra Chacón, a mi hermano Henry Piedra Alfaro y mi sobrino Sebastián Piedra Rojas, a mis abuelos Luis Alfaro Álvarez (Tito Luis) y Rosa Rojas Vargas (Tita Rosa) y a mis abuelos difuntos Lourdes Chacón Aguilar (Tita Lula) y Misael Piedra Aguilar, quienes me han enseñado a siempre trabajar y luchar por lo que quiero, además, desearme el bien y siempre tenerme en sus oraciones.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis papás el apoyo brindado durante mi carrera y por siempre querer lo mejor para mí.

Al Tecnológico de Costa Rica por el apoyo y la oportunidad.

A Syngenta Crop Protection S.A. por el aporte financiero para lograr ejecutar este trabajo.

Al profesor Arnoldo Gadea Rivas por las enseñanzas y consejos a lo largo del tiempo y a los demás profesores que fomentaron mi crecimiento y conocimiento.

A Mauricio Fernández Calvo por incentivar me a realizar la tesis y ayudarme.

A Alondra Vásquez Camacho y Dayanna Valerio Murillo por llegar a impulsarme y apoyarme durante toda la carrera.

A los demás conocidos y amigos que logré durante toda mi carrera y futuros colegas.

CONTRIBUYENTES Y FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Syngenta Crop Protection S.A. contribuyente del herbicida utilizado en el ensayo.

A la finca piñera y sus colaboradores, quienes contribuyeron con el espacio, transporte, insumos, personal y maquinaria para ejecutar el ensayo.

A mis papás por siempre brindarme el apoyo económico durante toda la carrera.

NOMENCLATURA

O: Oxifluorfen

D: Diuron

A: Ametrina

M: S-metolacloro

ANOVA: Análisis de varianza

DAS: Días antes de la siembra

DDS: Días después de la siembra

EE: error estándar

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
CONTRIBUYENTES Y FUENTES DE FINANCIAMIENTO	V
NOMENCLATURA	VI
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VII
ÍNDICE DE CUADROS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivo general.....	3
1.4 Objetivos específicos.....	3
1.5 Hipótesis.....	4
1.5.1 Hipótesis alterna.....	4
1.5.2 Hipótesis nula	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 Cultivo de piña	5
2.2 Malezas.....	6
2.2.1 Cyperus.....	6
2.2.2 Asystacia	7
2.3 Herbicidas.....	7
2.3.1 Preemergentes.....	8
2.3.2 Postemergentes.....	8
2.4 Dual Gold	8
2.5 Oxifluorfen.....	9
2.6 Diuron	9
2.7 Ametrina.....	10

3. MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1 Ubicación	11
3.2 Periodo de estudio	12
3.3 Material experimental	12
3.4 Área experimental y unidad muestral	12
3.4.1 Parcela útil	13
3.5 Descripción tratamientos	14
3.6 Diseño experimental y arreglo de tratamientos	14
3.7 Variables de respuesta	16
3.8 Análisis de resultados	17
4. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	17
4.1 Calendario o cronograma de actividades	17
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
6. CONCLUSIONES	31
7. RECOMENDACIONES	32
8. BIBLIOGRAFIA	33
9. ANEXOS	46

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°	Título	Página
1.	Descripción de los tratamientos establecidos con los herbicidas S-metolacoloro, oxifluorfen, diuron y ametrina para el control de malezas en una finca con el cultivo de piña (<i>Ananas comosus</i>).	14
2.	Fuente de variación y grados de libertad para el ensayo en una finca con el cultivo de piña (<i>Ananas comosus</i>) en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.	15
3.	Descripción de las variables de respuesta utilizadas en una finca con el cultivo de piña (<i>Ananas comosus</i>) en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.	16
4.	Representación de la cantidad géneros encontrados, clasificadas según su familia; con su respectiva frecuencia relativa, tipo de hoja y acompañado del nombre común en una finca con el cultivo de piña (<i>Ananas comosus</i>) en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.	19
5.	Ingredientes activos de herbicidas y el mecanismo de acción.	23
6.	Análisis de varianza de los tratamientos en una finca con el cultivo de piña (<i>Ananas comosus</i>) en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.	25
7.	Análisis de varianza de los tratamientos para la maleza <i>Asystasia</i> en una finca con el cultivo de piña (<i>Ananas comosus</i>) en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.	26
8.	Análisis de varianza de los tratamientos para la maleza <i>Cyperus</i> en una finca con el cultivo de piña (<i>Ananas comosus</i>) en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.	26
9.	Comparación de tratamientos (medias \pm EE) para la determinación del mejor tratamiento para el control de malezas en una finca con el cultivo de piña (<i>Ananas comosus</i>) en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.	26
10.	Comparación de tratamientos (medias \pm EE para la determinación del mejor tratamiento para el control de <i>Asystasia</i> en una finca con el cultivo de piña (<i>Ananas comosus</i>) en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.	27
11.	Comparación de tratamientos (medias \pm EE para la determinación del mejor tratamiento para el control de <i>Cyperus</i> en una finca con el cultivo de piña (<i>Ananas comosus</i>) en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.	27
12.	Costos (\$) de herbicidas/ha.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°	Título	Página
1.	Localización geográfica del lugar de estudio donde se llevó a cabo la evaluación del S-metolaclopro en comparación con la mezcla de oxifluorfen, diuron y ametrina en una finca con el cultivo de piña (<i>Ananas comosus</i>) en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.....	11
2.	Precipitación acumulada, temperatura máxima y mínima reportada semanalmente, desde semana 49 del 2023 hasta semana 18 del 2024 en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.....	12
3.	Mapa de distribución del lote experimental con las unidades experimentales en una finca con el cultivo de piña (<i>Ananas comosus</i>) en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.....	15
4.	Bloque seleccionado para el establecimiento de las unidades experimentales en una finca con el cultivo de piña (<i>Ananas comosus</i>) en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.....	16
5.	Diagrama de Gantt ejecutado para la realización del trabajo final de graduación.....	17
6.	Géneros encontrados durante los muestreos. A) <i>Cyperus</i> , B) <i>Phyllanthus</i> , C) <i>Momordica</i> , D) <i>Richardia</i> , E) <i>Mitracarpus</i> , F) <i>Asystasia</i> , G) <i>Panicum</i> , H) <i>Ipomoea</i> , I) <i>Glycine</i> , J) <i>Emilia</i> , K) <i>Digitaria</i> , L) <i>Mimosa</i> (Fotos por: Luis Piedra).....	18
7.	Cantidad de individuos emergidos por familia en 1 m ² desde diciembre 2023 hasta abril 2024 en una finca con el cultivo de piña (<i>Ananas comosus</i>) en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.....	20
8.	Cantidad de individuos emergidos por género en 1 m ² desde diciembre 2023 hasta abril 2024 en una finca con el cultivo de piña (<i>Ananas comosus</i>) en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.....	20

9.	Cantidad de individuos emergidos en 1 m ² desde diciembre 2023 hasta abril 2024 en una finca con el cultivo de piña (<i>Ananas comosus</i>) en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.....	28
10.	Malezas emergidas en los tratamientos A) Tratamiento 1, B) Tratamiento 2, C) Tratamiento 3, D) Tratamiento 4, E) Tratamiento 5 y F) Tratamiento 6. 10 de abril 2024.	29
11.	A) y B) incorporación del S-metolacloro, C) aplicación del S-metolacloro sobre la cama conformada, D) aplicación de oxifluorfen, diuron y ametrina, E) y F) marcaje de los puntos de muestreos en los tratamientos en la finca con cultivo de piña (<i>Ananas comosus</i>).	46
12.	A) segunda aplicación de diuron y ametrina, B) y C) cultivo de piña (<i>Ananas comosus</i>) con 88 días después de siembra.	47
13.	Tratamiento 1. 6 de abril del 2024.....	48

RESUMEN

La piña (*Ananas comosus*) es una planta herbácea perenne, cultivable en regiones tropicales y subtropicales, con requerimientos climáticos específicos (precipitación de 1500 mm/año, temperatura óptima de 21-29°C). La piña es un cultivo sensible a la competencia de malezas, lo que reduce el rendimiento y aumenta los costos de producción. El objetivo del ensayo fue evaluar el S-metolaclo-ro (Dual Gold 96 EC) como herbicida pre emergente como una estrategia de control de malezas en comparación con oxifluorfen, diuron y ametrina en una finca con el cultivo de piña (*Ananas comosus*). El diseño experimental fue de bloques completamente al azar con repeticiones para medir la emergencia de malezas cada 15 días, los tratamientos incluyeron diferentes dosis y formas de aplicación en suelos preparados y camas preestablecidas. Las principales malezas identificadas fueron *Panicum*, *Asystasia* y *Digitaria*, siendo *Panicum* la más prevalente. En modo de conclusión el análisis estadístico mostró que el S-metolaclo-ro aplicado a 2,5 L/ha fue efectivo en reducir significativamente la emergencia de malezas, además, se observó que las aplicaciones tempranas y sobre camas preestablecidas optimizan su efectividad, mientras que distancias excesivas entre la aplicación y la siembra resultaron menos efectivas.

Palabras clave: Dual Gold, malezas, *cyperus*, *asystasia*, dosis.

ABSTRACT

Pineapple (*Ananas comosus*) is a perennial herbaceous plant, cultivable in tropical and subtropical regions, with specific climatic requirements (precipitation of 1500 mm/year, optimal temperature of 21-29°C). Pineapple is a crop sensitive to weed competition, which reduces yield and increases production costs. The objective of the trial was to evaluate S-metolachlor (Dual Gold 96 EC) as a pre-emergent herbicide as a weed control strategy in comparison with oxyfluorfen, diuron and ametrine on a farm with pineapple (*Ananas comosus*) cultivation. The experimental design was completely randomized blocks with repetitions to measure weed emergence every 15 days, the treatments included different doses and forms of application in prepared soils and pre-established beds. The main weeds identified were *Panicum*, *Asystasia* and *Digitaria*, *Panicum* being the most prevalent. In conclusion, the statistical analysis showed that S-metolachlor applied at 2.5 L/ha was effective in significantly reducing weed emergence. In addition, it was observed that early applications and on pre-established beds optimize its effectiveness, while distances Excessive treatments between application and sowing were less effective.

Key words: Dual Gold, weeds, *cyperus*, *asystasia*, dose.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La piña (*Ananas comosus*, familia Bromeliaceae) es una planta herbácea perenne, que cuenta con crecimiento frutal tanto tropical como subtropical y sectores costeros (Asim et al., 2015), por otra parte, presenta una excelente jugosidad, un sabor tropical, además, de muchos beneficios para la salud (Hossain, 2016). El cultivo de piña cuenta con diversos factores climáticos necesarios para su producción, donde se necesita una precipitación de 1500mm al año, temperaturas que oscilan entre 19-34°C (Retana, 2015), sin embargo, el rango óptimo es de 21-29°C, sin exceder los 32°C (Hossain, 2016), con alta luminosidad y un pH entre 4.5-5.6 (Hossain, 2016).

La competencia por nutrientes, agua, luz y espacio por las malezas afecta el rendimiento en gran medida al cultivo de piña, se considera que es de los mayores problemas, por su aumento en costos de producción (Shukla et al., 2022). Para el cultivo de piña existen malezas que afectan la producción, dentro de ellas están las hojas angostas (*Cyperus*, *Chloris*, *Digitaria*, *Paspalum*, *Eleusine*) y hojas anchas tipo enredaderas (*Convolvulus*), espinosas y entre otras características (*Bidens*, *Solanum*, *Amaranthus*, *Emilia*, *Momordica*) (Paull & Uruu, 2021), además, *Eleusine*, *Rottboellia*, *Cynodon*, *Scleria*, *Asystasia*, *Cisus*, *Ipomoea* (Valverde & Chaves, 2020).

Para el control de malezas existen diversas medidas y métodos para lograr reducir el impacto de estas en la producción y disminuir los gastos para el control de estas, por ello, dentro de estos controles está la labranza, uso de coberturas del suelo orgánicas y plásticas (Ewere et al., 2017; Paull & Uruu, 2021), al igual que herbicidas tanto pre o post siembra, además, del deshierbe manual (Paull & Uruu, 2021). Por otra parte, la utilización excesiva de herbicidas ha causado que las malezas hayan generado tolerancia a ciertos herbicidas como lo son el paraquat, glifosato, diuron, bromacil, hexazinona, entre otros (Paull & Uruu, 2021).

De las maneras más convencionales para lograr el control de las malezas en el cultivo de piña es de forma manual y el uso de herbicidas, los cuales son de bajas eficiencias, sin embargo, son usadas para mantener las malezas a niveles que no generen afectaciones a los cultivos y minimizar los costos de control y producción (Jiménez et al., 2020). Por ello, el uso del producto comercial Dual Gold se utiliza para la eliminación de malezas en este cultivo combatiendo algunas malezas de hoja angosta (*Digitaria*, *Echinochloa*, *Panicum*, *Setaria*) y especies seleccionadas de hoja ancha (Syngenta, 2023).

1.2 Justificación

Las malezas son agentes bióticos que ocasionan grandes afectaciones en el crecimiento y rendimiento, llegando a afectar hasta el 34% de la producción, esto se ve reflejado en grandes pérdidas económicas a nivel mundial, además, de que desde tiempos antiguos en la agricultura se ha realizado el manejo de las malezas como una actividad importante debido a la amenaza que contemplan estas malas hierbas hacia los cultivos (Scavo & Mauromicale, 2020). Además, las malezas limitan los recursos con los que cuentan los cultivos para lograr crecer y desarrollarse, ya que causan pérdidas en rendimientos, aumentan los costos de producción y producen pérdidas de calidad en los productos (Sardana et al., 2017).

Por ello, se debe conocer la época en que emergen las malezas, la densidad y el tipo, ya que existen malezas que emergen antes o al mismo tiempo que el cultivo, las cuales son las más competidoras con los cultivos en comparación con las que emergen después de que el cultivo esté establecido, por otra parte, las diferencias en su hábito de crecimiento y efectos alelopáticos por parte de las mismas pueden afectar la germinación y crecimiento de los cultivos (Sardana et al., 2017).

También, debido al ciclo de vida de los cultivos las malezas se están viendo beneficiadas, ya que los cultivos con lentos crecimientos al inicio ayudan a que las malezas aprovechen los recursos y logren dominar las plantaciones, esto debido a que aprovechan de mejor manera los nutrientes, radicación solar, humedad del suelo, entre otros, y consecuente a esto, las malezas afectan todo el ciclo de vida

del cultivo, sin embargo, su presión no es similar en todas las etapas del cultivo (Korav et al., 2018).

Por lo que, para mantener un control de las malezas existen diversos métodos, los cuales han sido utilizados a lo largo del tiempo, entre ellos se encuentran los métodos mecánicos, físicos y ecológicos, además, de los métodos sintéticos como lo son los herbicidas, sin embargo, este último método debe ser utilizado de manera adecuada para que no haya afectaciones al ambiente, humano y/o animales (Scavo & Mauromicale, 2020), además, de daño a los cultivos, residuos en agua, toxicidad y malezas resistentes (Abouziena & Haggag, 2016).

Con base a esto, la utilización de herbicidas preemergentes son de suma importancia para el control de malezas durante el periodo crítico de los cultivos (crecimiento) (Herrera y Picado, 2023), ya que su efecto en el suelo favorece el crecimiento inicial del cultivo y la posterior aplicación de herbicidas posemergencia, esto debido a que realiza una supresión y control del crecimiento de las malezas (Galon et al., 2022).

Aunado a esto, la aplicación de preemergentes ayuda a prevenir que haya un nuevo flujo de emergencia de malezas (banco de semillas), así ayudando a que la cantidad de malezas no aumente (Martini et al., 2017), y con ello, los cultivos cuenten con una ventaja al momento de la competencia por nutrientes al inicio de sus ciclos (Galon et al., 2022).

1.3 Objetivo general

Evaluar el S-metolaclo (Dual Gold 96 EC) como herbicida pre emergente como una estrategia de control de malezas en comparación con oxifluorfen, diuron y ametrina en una finca con el cultivo de piña (*Ananas comosus*).

1.4 Objetivos específicos

1. Determinar la dosis del S-metolaclo (Dual Gold 96 EC) para el control de malezas en el cultivo de piña (*Ananas comosus*).

2. Comparar los tiempos de aplicación del S-metolaclo (Dual Gold 96 EC) con la aplicación de oxifluorfen, diuron y ametrina para el control de malezas en el cultivo de piña (*Ananas comosus*).
3. Comparar las formas de aplicación de los herbicidas S-metolaclo (Dual Gold 96 EC) con la aplicación de oxifluorfen, diuron y ametrina para el control de malezas en el cultivo de piña (*Ananas comosus*).

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis alterna

La reducción de malezas se ve favorecida con el S-metolaclo en comparación con la aplicación de oxifluorfen, diuron y ametrina en la finca con el cultivo de piña (*Ananas comosus*).

1.5.2 Hipótesis nula

La reducción de malezas no se ve favorecida con el S-metolaclo en comparación con la aplicación de oxifluorfen, diuron y ametrina en la finca con el cultivo de piña (*Ananas comosus*).

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Cultivo de piña

Este cultivo es herbáceo, monocotiledóneo, perenne, con tallos rodeados de 68-82 hojas (Hossain, 2016), con longitud y grosor prominente y espinas. El tallo cuenta con un pedúnculo de alrededor de 100-150 mm donde se logra formar el fruto, el cual es de tipo compuesto (Retana, 2015), también deben contar con pendientes de entre el 2-6% para lograr un buen drenaje, ya que se ve afectada por suelos anegados (Hossain, 2016), este fruto presenta unas hojas más pequeñas en la parte superior la cual se le llama corona y sirve para propagación, además, cuenta con raíces adventicias 1-2 m de manera lateral y 0,85 m de profundidad bajo las óptimas condiciones (Hossain, 2016).

La piña se conoce como una planta no climatérica, que se considera la tercera fruta tropical más importante mundialmente (Kumar et al., 2017). Esta fruta se consume alrededor de todo el mundo en distintas presentaciones como piña enlatada, rebanadas, trozos, jugo, ensalada de frutas, jarabe, ácido cítrico, chips y puré (Chaudhary et al., 2019). Hossain (2016) y Chaudhary et al. (2019) mencionan que algunos de los beneficios son el calcio, potasio, vitamina C, carbohidratos, fibra cruda, agua y otros minerales que son buenos para el sistema digestivo, también, cuentan con bromelina (antiinflamatorio).

La piña MD2 es un híbrido que se conoce como “Honey Golden”, “Golden Sweet” o “piña miel”, la cual es una combinación de variedades, donde esta hibridación buscó la dulzura, la uniformidad, tamaño y también la madurez, sin embargo, presenta una serie de daños la llegan a afectar como hongos, bacterias, insectos, daños mecánicos o ambientales (Mercado et al., 2019). Además, esta variedad de piña cuenta con excelente aroma y sabor, vitaminas C (doble en comparación con otras) y B, rica en azúcares, fibra y alta en agua, añadiendo en sus características el color dorado y su simetría y uniformidad (Pitanorte, 2023).

2.2 Malezas

En los cultivos de piña hay diversas especies de malezas que llegan a afectar las plantaciones y el crecimiento de las piñas, dentro de estas especies están *Ageratum*, *Amaranthus*, *Brachiaria*, *Cleome*, *Commelina*, *Cyperus*, *Emilia*, *Euphorbia*, *Mimosa*, *Paspalum*, *Penisetum*, *Phyllanthus*, entre otras (Giraja & Menon, 2019). Además, Tachie et al. (2014) encontraron diversas especies de malezas que afectan al cultivo, dentro de esta investigación se encontró los géneros *Panicum*, *Desmodium*, *Digitaria*, *Tridax*, *Talinum*, *Euphorbia*, *Boerhavia*, *Syndrella*, *Eragrosti*, *Rynchelytrum*, y *Paspalum*.

2.2.1 Cyperus

Esta maleza es de la familia Cyperaceae, es nativa de África, sur de Asia y sur y centro de Europa, además, de estar presente en regiones tropicales y subtropicales (Peerzada et al., 2015). Es una hierba perenne, delgada y erecta que se propaga a través de sus raíces fibrosas, conocidas como rizomas, de color blanco y con la edad se torna de color marrón (Al-Snafi, 2016).

Cuando alcanza la superficie se hincha y se convierte en una estructura llamada bulbo basal, donde surgen más bulbos, brotes y raíces, los tallos son lisos y erectos de 30-40 cm (Al-Snafi, 2016; Kamala, Kumar & Karigar, 2018) y cuentan con una sección triangular, las hojas salen de la base y están en grupos de tres, son lisas, brillantes, con superficie acanalada y punta filosa, largas y estrechas 20-30 cm y 0,2-1 cm respectivamente, su flor es en racimos en los extremos de los tallos (Al-Snafi, 2016).

Sus bulbos son de suma importancia, ya que con ellos se logran propagar y diseminar rápidamente, aunque, necesitan de luz, O₂, HR y temperatura, que son los factores que la pueden limitar (Peerzada, 2017); además, se extienden, vertical como horizontalmente, se logran dispersar por la maquinaria agrícola, el mover suelos infectados, por animales y el agua (Peerzada, 2017).

2.2.2 Asystasia

Esta maleza es de la familia Acanthaceae, tipo cuarentenaria lo que es perjudicial si se introdujera, ya que puede afectar la producción agrícola y el medio ambiente, además, se encuentra desde la India hasta el sudeste asiático y se encuentra ampliamente en zonas tropicales (Westaway et al., 2016) y bordes de bosques, sabanas y pasturas, acompañado de precipitaciones de intermedias a altas (Rossila, Nurainas & Zulaspita, 2023).

Es una hierba perenne, hojas de forma ovalada, opuestas y pálidas en la superficie inferior, flor con forma de campana de color blanco con manchas moradas en dos líneas paralelas (Westaway et al., 2016) y posee tallos cuadrados, que logran alcanzar hasta el metro de altura (Rossila, Nurainas & Zulaspita, 2023).

Produce semillas en gran cantidad, es de fácil y rápido crecimiento, se logra adaptar a diversos climas, tolera hasta un 90% de sombra, se acopla bien a las áreas abiertas con luz plena, resiste a plagas, crece de manera eficiente en varios suelos durante el año (Yap et al., 2021). Rossila, Nurainas & Zulaspita (2023) mencionan que sus semillas logran esparcir por el viento, agua y hasta los pájaros.

2.3 Herbicidas

En los últimos años, una de las tecnologías más común para el control de las malezas ha sido el uso de herbicidas, ya que, con esta tecnología intentan asegurar que los cultivos estén libres de competencia por malezas durante su etapa más vulnerable (Walsh, Newman & Powles, 2013). Los herbicidas cuentan con muchas características que deben de conocerse, como el tipo de formulación; si son para aplicaciones líquidas o sólidas, su proceso de descomposición, su mecanismo de acción, la toxicidad, entre otras (MAG, s.f).

Hay herbicidas que pueden ser aplicados de manera preemergente o postemergente a la maleza (Shaner & Beckie, 2013; Walsh, Newman & Powles, 2013). Además, se pueden aplicar los herbicidas en presembrado, preemergencia, emergencia o postemergencia (MAG, s.f). Aunado a esto, hay herbicidas con selectividad del cultivo y de malezas (Labrada, Caseley y Parker, 1996).

2.3.1 Preemergentes

Se menciona que los herbicidas aplicados de manera preemergentes pueden ser antes de que se siembre el cultivo, mientras se prepara el suelo de forma incorporada y antes de que emerja la maleza, puede o no haber emergido el cultivo (Labrada, Caseley y Parker, 1996). Existen herbicidas preemergentes que se pueden aplicar de manera incorporada al suelo, sin embargo, este tipo de herbicidas no son factibles al momento de usarlo en cultivos con labranza cero (Shaner & Beckie, 2013).

Los herbicidas más factibles o apropiados para el uso de manera preemergente son los que tienen alta selectividad de cultivos, su lixiviación es mínima y controlan las malezas durante un largo tiempo (Shaner & Beckie, 2013). Otras características que presentan dichos herbicidas son que pueden adherirse fuertemente al suelo, que son volátiles y con ello, deban incorporarse (Shaner & Beckie, 2013).

2.3.2 Postemergentes.

Este tipo de herbicidas se caracteriza por el control de las malezas que han emergido y se debe de controlar este problema para reducir las pérdidas en los cultivos (Nath et al., 2017). Labrada, Caseley y Parker (1996) mencionan que los herbicidas postemergentes se aplican luego de que el cultivo y las malezas hayan emergido, sin embargo, hay aplicaciones post dirigidas, que se aplican una vez emergido la maleza y el cultivo; sin afectarlo.

2.4 Dual Gold

Este es un herbicida denominado selectivo, esto ya que, actúa sobre gramíneas, que afecta las plantas que están en germinación llegando a controlar su desarrollo, aunque se puede aplicar post-emergencia de la maleza, tratando de que sea a muy temprana edad, además, se recomienda de usar en suelos no muy arenosos o que cuenten muy poca materia orgánica, por otra parte, es aconsejable la aplicación del herbicida en suelos húmedos (Syngenta, 2023). También, este herbicida puede ser aplicado de manera presiembra incorporada, preemergencia o postemergencia temprana (Zemolin et al., 2014).

Además, perjudica la división celular y el desarrollo de los brotes en las plantas susceptibles, en gramíneas ocasionan síntomas como plántulas malformadas y retorcidas, con hojas enrolladas y sin que se puedan desenrollar de manera adecuada y en hojas anchas ocurren síntomas como hojas arrugadas (Zemolin et al., 2014). Los pastos pueden generar hojas bajo la tierra u hojas que no pueden desplegarse bien y en hojas anchas las hojas pueden arrugarse (Gunsolus & Curran, 1999).

2.5 Oxifluorfen

Este herbicida es inhibidor del PPO (Espinoza, Hernández y Morales, 2013; Hernández et al., 2018), causando síntomas como clorosis y con una posterior necrosis de hojas y tallos (Hernández et al., 2018), además, pueden aparecer manchas rojas en la parte superior de la hoja y las plantas que no lograron morir permanecen atrofiadas por una semana o más (Gunsolus & Curran, 1999).

Este herbicida presenta una solubilidad baja en agua, además, se adhiere a las partículas del suelo, ayudando a que no se lixivie, además, su persistencia es de máximo tres meses y mínima de un mes; y si se realiza una incorporación ocasiona que se diluya de más (Labrada, Caseley y Parker, 1996). También, es un herbicida de contacto que requiere luz para su actuación, se utiliza en posemergencia y en algunas malezas en preemergencia (Espinoza, Hernández y Morales, 2013).

2.6 Diuron

Este herbicida es inhibidor del PSII (Espinoza, Hernández y Morales, 2013; Hernández et al., 2018). Es absorbido por la raíz, para ser transportado rápidamente a las hojas por el xilema, además, si se aplica al follaje puede comportarse como herbicida de contacto, ya que no puede movilizarse vía floema y se considera un herbicida que puede utilizarse de manera pre como postemergente (Espinoza, Hernández y Morales, 2013).

Provoca síntomas como amarillamiento, con posterior muerte de las malezas (Kusumayuni et al., 2021), aunado a esto, Gunsolus & Curran (1999) mencionan que los síntomas de Diuron son los mismos que los causados por los herbicidas

Triazinas, como la Ametrina. También, este herbicida se puede adherir a las partículas del suelo, lo que ayuda a que no haya lixiviación y pérdida en las partes inferiores del suelo (Labrada, Caseley y Parker, 1996).

2.7 Ametrina

Este herbicida es inhibidor del PSII (Espinoza, Hernández y Morales, 2013; Hernández et al., 2018). Es absorbido por la raíz, para ser transportado rápidamente a las hojas por el xilema, además, si se aplica al follaje puede comportarse como herbicida de contacto, ya que no puede movilizarse vía floema y se considera un herbicida utilizado de manera preemergente (Espinoza, Hernández y Morales, 2013).

Los síntomas que logran presentar las malezas por una aplicación de este herbicida son la coloración amarilla de los bordes o puntas de la hoja, en malezas hoja ancha se logra observar clorosis en las nervaduras, en las hojas viejas son las que se verán afectadas primeramente, por ser la fuente primaria de fotosíntesis, el tejido afectado se tornará marrón y morirá, además, si ocurre un aumento del pH del suelo, se observará el incremento de los síntomas, por la relación del herbicida con el suelo (Gunsolus & Curran, 1999).

Dicho herbicida cuenta con propiedades que le permiten ser adsorbidos por las partículas del suelo, lo que ocasiona que las dosis se deban corregir según el tipo de suelo que haya, ejemplo, en los suelos con alta concentración de arcilla es recomendable utilizarlo como post emergente (Labrada, Caseley y Parker, 1996).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación

El trabajo se realizó en una plantación de piña comercial de la variedad híbrido MD-2, la cual se encuentra localizada en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela. Geográficamente se ubica $10^{\circ}24'56.9''N$ $84^{\circ}15'14.4''W$ (CNES/Airbus, 2021).

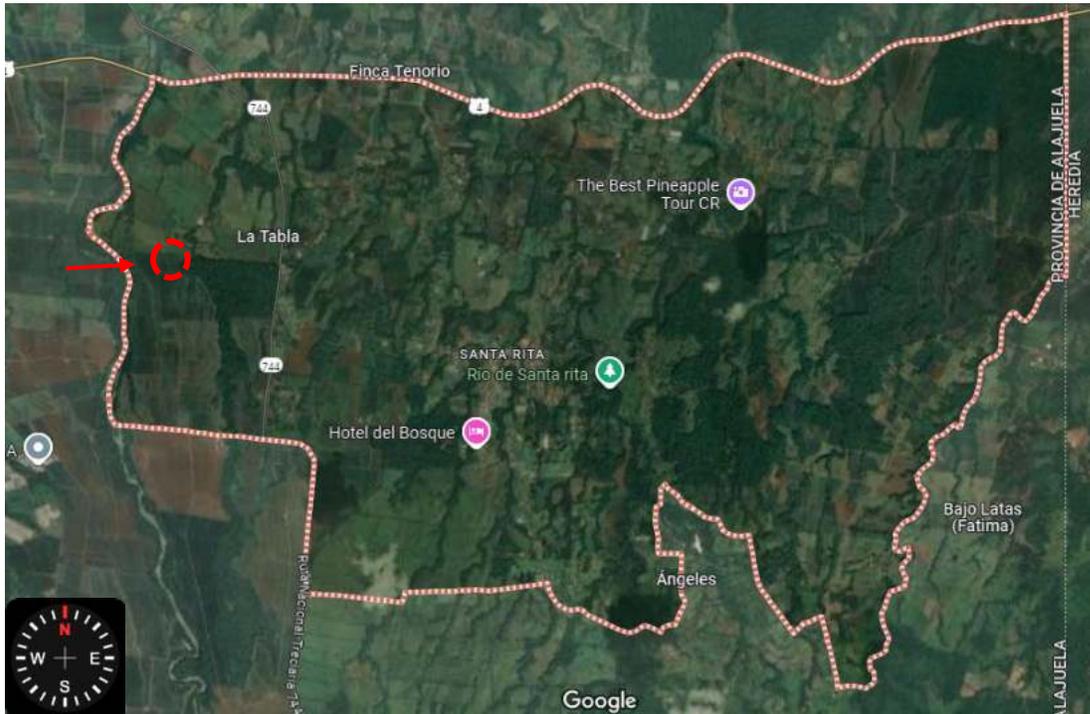
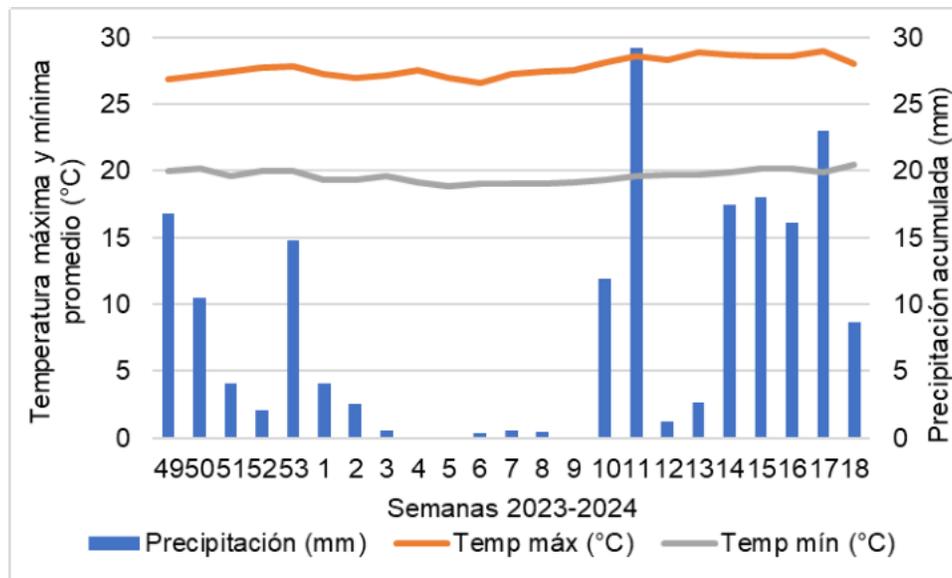


Figura 1. Localización geográfica del lugar de estudio donde se llevó a cabo la evaluación del S-metolaclo en comparación con la mezcla de oxifluorfen, diuron y ametrina en una finca con el cultivo de piña (*Ananas comosus*) en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.



(Web&Media, 2024)

Figura 2. Precipitación acumulada, temperatura máxima y mínima reportada semanalmente, desde semana 49 del 2023 hasta semana 18 del 2024 en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.

3.2 Periodo de estudio

El periodo de estudio fue realizado desde diciembre del 2023 hasta abril del 2024. El periodo de aplicaciones se llevó a cabo en la semana 52 del 2023, semana 7 y semana 15 del año 2024, con muestreos quincenales hasta abril del 2024.

3.3 Material experimental

El proyecto se estableció en un cultivo de piña (*Ananas comosus*) con el híbrido MD-2 en el lote 31, bloque 56 de la finca con un suelo de tipo arcilloarenoso, el tipo de semilla que se utilizó fue tipo basal recortado con un peso de 450-600 gramos aproximadamente, bajo el sistema de tresbolillo. La distancia de siembra fue de 1,05 m entre centro a centro de cama y una distancia de 27,9 cm entre plantas y así contar con una densidad aproximada de 68 173 plantas.

3.4 Área experimental y unidad muestral

El área experimental contó con un área de 10 500 m² en total (bloque 56), de esta área se tomaron cuatro bloques, cada uno de estos bloques se subdividió en seis tratamientos de 438 m² aproximadamente para la ejecución de la frecuencia de

aplicación de los productos. Se realizaron cuatro repeticiones, una en cada bloque. Cada repetición se identificó con rótulos. Las repeticiones fueron localizadas de manera al azar utilizando el programa de Microsoft Excel.

Cada repetición contó con dos subparcelas de 1 m² para contabilizar las malezas emergidas dentro del periodo de muestreos.

3.4.1 Parcela útil

Cada tratamiento tuvo un área efectiva de 134,4 m², ya que no se tomó en cuenta las cuatro camas que están a la par del camino principal y las cuatro camas que están a la par del drenaje primario y, se midió cinco metros del borde con cada tratamiento para prevenir traslape de los herbicidas.

3.5 Descripción tratamientos

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos establecidos con los herbicidas S-metolacolor, oxifluorfen, diuron y ametrina para el control de malezas en una finca con el cultivo de piña (*Ananas comosus*).

Tratamiento	Dosis aplicación (L/ha)	Frecuencia de aplicación		
		Inicio	Refuerzo	Final
1	0	0	0	0
	4 ^O	15 DAS*	51 DDS**	90 DDS**
2	2,25 ^D	15 DAS*	51 DDS**	90 DDS**
	4,5 ^A	15 DAS*	51 DDS**	90 DDS**
3	2 ^M	Preparación del suelo	-	90 DDS**
4	2,5 ^M	Preparación del suelo	-	90 DDS**
5	2 ^M	15 DAS*	-	90 DDS**
6	2,5 ^M	15 DAS*	-	90DDS**

Volumen de aplicación: 2338 L/ha

O: Oxifluorfen, D: Diuron, A: Ametrina, M: S-Metolacolor, *DAS: días antes de siembra, **DDS: días después de siembra.

3.6 Diseño experimental y arreglo de tratamientos

Este ensayo se realizó bajo el diseño de bloques completamente al azar. El modelo estadístico de este diseño es:

Modelo estadístico:

$$Y_{ijk}: \mu + B_i + T_j + B \cdot T_k + \epsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} : variable de respuesta

μ : media general

B_i : efecto i-ésimo del bloque

T_j : efecto j-ésimo del tratamiento

$B \cdot T_k$: efecto k-ésimo de la interacción bloque*tratamiento

ϵ_{ijk} : error experimental

Cuadro 2. Fuente de variación y grados de libertad para el ensayo en una finca con el cultivo de piña (*Ananas comosus*) en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.

Fuente de variación	Grados de Libertad
Tratamientos	5
Bloque	3
Error experimental	16
Total	21

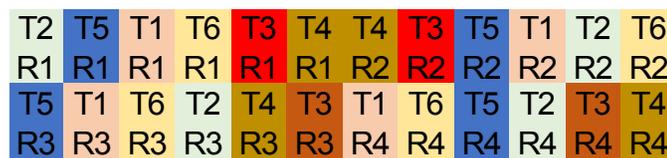


Figura 3. Mapa de distribución del lote experimental con las unidades experimentales en una finca con el cultivo de piña (*Ananas comosus*) en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.



Figura 4. Bloque seleccionado para el establecimiento de las unidades experimentales en una finca con el cultivo de piña (*Ananas comosus*) en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.

3.7 Variables de respuesta

Cuadro 3. Descripción de las variables de respuesta utilizadas en una finca con el cultivo de piña (*Ananas comosus*) en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.

Variable	Unidad	Descripción
Cantidad de individuos por familia botánica	Visual	Conteo del individuo emergido cada 15 días y clasificado
Cantidad de individuos por género	Visual	Conteo del individuo emergido cada 15 días y clasificado
Frecuencia relativa por familia botánica	Porcentaje (%)	División de la cantidad de individuos por familia/total*100
Frecuencia relativa por género	Porcentaje (%)	División de la cantidad de individuos por género/total*100

Se utilizó un cuadrado de PVC de 1x1 m (1 m²) para marcar dos puntos de muestreo dentro de cada repetición (subparcelas), y posteriormente, con ello, se obtuvieron 48 puntos de muestreo en el bloque completo, por último, se contabilizó la presencia de la(s) maleza(s) dentro de esa área.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 6 se ilustra la distribución de los géneros de malezas identificados durante los muestreos, cuyos datos fueron recolectados en parcelas de 1 m².



Figura 6. Géneros encontrados durante los muestreos. A) *Cyperus*, B) *Phyllanthus*, C) *Momordica*, D) *Richardia*, E) *Mitracarpus*, F) *Asystasia*, G) *Panicum*, H) *Ipomoea*, I) *Glycine*, J) *Emilia*, K) *Digitaria*, L) *Mimosa* (Fotos por: Luis Piedra)

En el Cuadro 4 detalla la clasificación taxonómica de las malezas encontradas, especificando su familia, género, tipo de hoja y nombre común. Además, se incluye el número de individuos por metro cuadrado y su frecuencia relativa tanto a nivel de género como de familia. Los géneros con mayor frecuencia relativa fueron *Panicum*, *Asystasia* y *Digitaria*, en ese orden. Estas malezas fueron encontradas en las parcelas del tratamiento 1.

Además, en la Figura 7 se representa el comportamiento de las malezas a nivel familiar a lo largo del tiempo, considerando su presencia por metro cuadrado y en la Figura 8 muestra la dinámica de emergencia de las malezas según su género, también evaluada temporalmente en un área de 1 m².

Cuadro 4. Representación de la cantidad géneros encontrados, clasificadas según su familia; con su respectiva frecuencia relativa, tipo de hoja y acompañado del nombre común en una finca con el cultivo de piña (*Ananas comosus*) en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.

Familias	Género	Cantidad	Frec. Relat. Gén	Frec. Relat. Fam	Tipo hoja	Nombre común
Acanthaceae	<i>Asystasia</i>	4,9	15,1%	15,1%	Ancha	Tortugueta
Asteraceae	<i>Emilia</i>	1,0	3,1%	3,1%	Ancha	Clavelillo
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i>	0,3	0,8%	0,8%	Ancha	Churrystate
Cucurbitaceae	<i>Momordica</i>	0,5	1,6%	1,6%	Ancha	Sorosí
Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	0,5	1,6%	1,6%	Angosta	Coyolillo
Fabaceae	<i>Glycine</i>	0,6	1,9%	8,5%	Ancha	Soya
	<i>Mimosa</i>	2,1	6,6%		Ancha	Dormilona
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus</i>	0,5	1,6%	1,6%	Ancha	Tamarindillo
Poaceae	<i>Digitaria</i>	3,8	11,6%	60,1%	Angosta	Alambrillo
	<i>Panicum</i>	15,6	48,4%		Angosta	Hierba de bruja
Rubiaceae	<i>Mitracarpus</i>	0,1	0,4%	7,8%	Ancha	Algodoncillo
	<i>Richardia</i>	2,4	7,4%		Ancha	Chiquizacillo
Total		32,3	100,0%	100,0%		

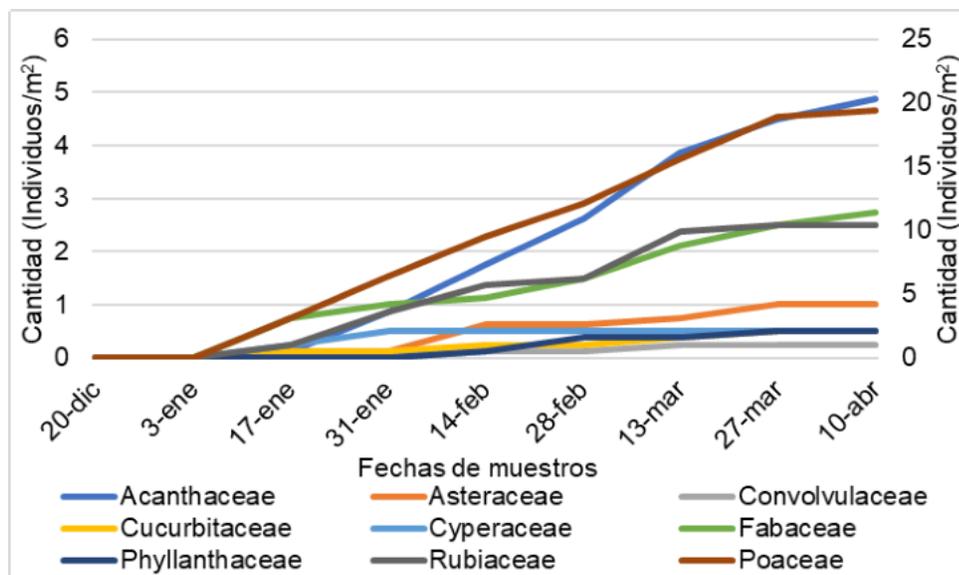


Figura 7. Cantidad de individuos emergidos por familia en 1 m² desde diciembre 2023 hasta abril 2024 en una finca con el cultivo de piña (*Ananas comosus*) en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.

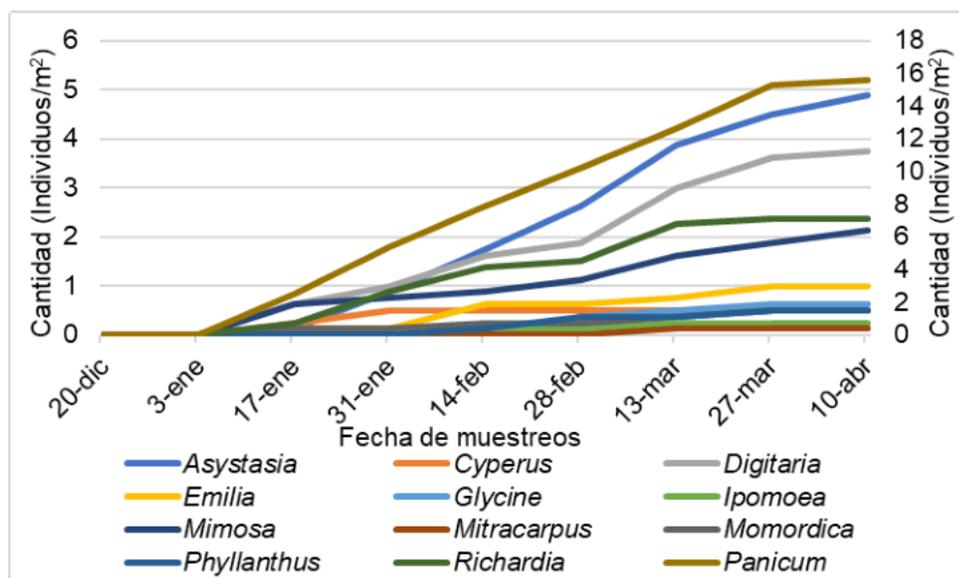


Figura 8. Cantidad de individuos emergidos por género en 1 m² desde diciembre 2023 hasta abril 2024 en una finca con el cultivo de piña (*Ananas comosus*) en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.

Asystasia a los 21d presenta 4 hojas, a los 30d aproximadamente 28 cm de altura, a los 40d 72 cm, a los 50d 96 cm, a los 70d 98 cm y 90d 131 cm (Kumalasari et al., 2020), a las 3 semanas pueden medir 20 cm aproximadamente, a las 7

semanas 30 cm, a las 11 semanas pueden llegar a medir más de 40 cm (Asbur, Purwaningrum & Ariyanti, 2018). *Cyperus* puede crecer desde los 7-40 cm de manera erecta que se originan de rizomas (Masood, 2017), mientras que Gómez (2009) menciona que puede crecer hasta los 2 m.

Digitaria es una planta erecta, con tallos que pueden alcanzar desde los 50-100 cm de longitud originados de rizomas o semillas (Correia, Acra & Balieiro, 2015). *Emilia* es planta que crece erecta y puede alcanzar una altura desde 20-60 cm, con sus hojas en forma de roseta basal (Khamare et al., 2021). *Glycine* puede crecer desde los 82-88 cm (Kocira et. al, 2019), los 86-94 cm (Abd El- Aal & Eid, 2017) hasta lograr alcanzar los 180 cm (Ortiz et al., 2023). *Ipomoea* es una planta postrada o trepadora (Alarcón et al., 2016), que pueden alcanzar una longitud desde 15-20 cm hasta los 4 m (Aguilar, 2021).

Mimosa es una planta anual que crece hasta 1 m (Deore & Mahajan, 2022). *Mitracarpus* puede llegar a crecer 30 cm de altura (John et. al, 2014; Ikhajiagbe & Chidozie, 2021). *Momordica* es una enredadera anual con zarcillos (Semeniuk et. al, 2018) y es una planta que puede llegar a crecer hasta los 5 m (Saeed et. al, 2018). *Phyllanthus* es un arbusto que crece desde 30-60 cm de altura (Upadhyay et al., 2022). *Richardia* puede alcanzar los 80 cm de manera postrada (Aziz, Sarkar & Roy, 2015). *Panicum* es una especie perenne con altura máximas de 1-2 m (Armando, Carrera & Tomas, 2013).

Según Tachie, Sarkodie & Carlson (2014) en un estudio en piña encontraron que la mayor presencia de malezas era de la familia Poaceae y el género con mayor abundancia *Panicum*, además, se presentó el género *Digitaria*. Seguido a esto, García-De la Cruz & García-López (2021) en un estudio realizado observaron la presencia de las familias Cucurbitaceae con el género *Momordica*, Phyllanthaceae con el género *Phyllanthus*, Asteraceae con el género *Emilia*, Cyperaceae con el género *Cyperus* y Poaceae con el género *Digitaria*, esto similar en comparación con el presente trabajo.

Prudêncio et al. (2022) encontraron durante un ensayo la presencia de la familia Convolvulaceae con el género *Ipomoea*, Fabaceae con el género *Mimosa* y

Poaceae con el género *Panicum*. Algo semejante ocurre con Barbosa da Silva et al. (2023), ya que durante el ensayo colectaron las familias Poaceae con los géneros *Panicum* y *Digitaria*, Cyperaceae con el género *Cyperus*, Rubiaceae con el género *Richardia*, Asteraceae con el género *Emilia* y Fabaceae con el género *Mimosa*, estas malezas tienen alta similitud en comparación con el trabajo en curso.

Kumas, Mazumder & Dey (2017) y Girija & Menon (2019) en sus respectivos ensayos encontraron las familias Rubiaceae con el género *Mitracarpus*, Poaceae con el género *Digitaria*, Fabaceae con el género *Mimosa*, Phyllanthaceae con el género *Phyllanthus*, Asteraceae con el género *Emilia*, Cyperaceae con el género *Cyperus*. Así mismo, Noorsuliyana et al. (2023) encontraron las familias Acanthaceae con el género *Asystasia*, Phyllanthaceae con el género *Phyllanthus*, Fabaceae con el género *Mimosa* y Cyperaceae con el género *Cyperus* con similitud a lo observado durante este ensayo.

Se puede señalar que la emergencia de las malezas a lo largo de los muestreos tiende a aumentar al pasar estos, donde se podría comparar con lo encontrado por Girija & Menon (2019) que las gramíneas presentan su máximo crecimiento en el mes de diciembre, sin embargo, de enero a abril, hay un leve decrecimiento, aun así, similar a lo encontrado en este ensayo y las hojas anchas no presentaron un crecimiento tan elevado, no obstante, Noorsuliyana et al., (2023) encontraron al género *Asystasia* como el género dominante de hojas anchas, siendo así, similar a lo encontrado en este ensayo.

En el Cuadro 5 presenta los herbicidas identificados y sus respectivos mecanismos de acción utilizados para controlar las malezas encontradas en los muestreos realizados. A continuación, se detalla la información según el género de las malezas:

Cuadro 5. Ingredientes activos de herbicidas y el mecanismo de acción.

Ingrediente activo	Mecanismo de acción
2,4D	Disruptores del crecimiento celular
Ametrina	
Atrazina	Inhibidor FSII
Diuron	
Fluazifop-p-butyl	Inhibidores del acetil Coenzima A carboxilasa (ACCase)
Haloxyfop r-methyl	
Flumioxazin	Inhibidores de la oxidasa del fotoporfirinogeno (PPO)
Fomesafen	
Oxifluorfen	
Glifosato	Inhibidores de la EPSP sintetasa
Glufosinato de amonio	Inhibidores de la sintetasa de la glutamina
Halosulfuron	Inhibidores de la acetolactato sintetasa (ALS)
Pyroxasulfone	
Paraquat	Inhibidor FSI
Pendimentalina	Inhibidores de la polimerización de la tubulina del ensamblaje de microtubulos.
Trifluralina	
S-metolacloro	Inhibidores de la división celular

(MAG, s.f)

Asystasia cuenta con estudios como los de Asmanizar et al. (2018) y Jabit et al. (2022) que destacan la eficacia del glufosinato de amonio y el 2,4-D, mientras que Negewo et al. (2024) señalan el S-metolacloro como una opción efectiva. Además, *Cyperus* presenta los estudios de De Ryck, Reheul y De Cauwer (2021), junto con Boyd (2015), donde mencionan que el S-metolacloro controla esta maleza. Shivashenkaramurthy et al. (2020) y Karam y Magno (2022) sugieren el uso de

diuron, mientras que Masood (2017) incluye ametrina como alternativa. Además, Ghosh, Sarkar y Das (2020) indican que glifosato y paraquat también son efectivos.

Ribeiro et al. (2021) destacan la efectividad de diuron, ametrina, oxifluorfen y S-metolacloro, el paraquat y glifosato son recomendados por Ghosh, Sarkar y Das (2020), y Gannon et al. (2015) mencionan la pendimentalina como opción adicional para el control de *Digitaria*. Kharamé et al. (2021) señalan la eficacia del oxifluorfen y el glufosinato de amonio, mientras que Reis et al. (2018) recomiendan la atrazina, y Campos y da Costa (2015) mencionan el fluazifop-p-butyl como alternativa viable para controlar *Emilia*.

Para el control de *Glycine* hay estudios como los de Rejane et al. (2014), donde el S-metolacloro y el glifosato son efectivos para su control, mientras que Goffnett et al. (2016) sugieren también el paraquat. Para *Ipomoea* y *Mimosa* Ribeiro et al. (2021) indican que herbicidas como diuron, ametrina, oxifluorfen y S-metolacloro son efectivos contra estos géneros. El control de *Mitracarpus* en este estudio Aluko et al. (2023) recomiendan trifluralina, y Ghosh, Sarkar y Das (2020) señalan el paraquat como una opción eficaz.

García-De La Cruz y García-López (2021) mencionan que el haloxyfop-r-methyl y el diuron son efectivos para el control de *Momordica* Shivashenkaramurthy et al. (2020) recomiendan diuron, mientras que Cursino et al. (2022) proponen pyroxasulfone o flumioxazin, y Odero, Fernandez y Havranek (2016) destacan el uso de S-metolacloro para controlar *Panicum*.

Para el control de *Phyllanthus* Franciscon et al. (2016) sugieren paraquat, glifosato y S-metolacloro como opciones efectivas, mientras que Ghosh y Pramanik (2020) mencionan el fomesefan. Según Gallon et al. (2018), el S-metolacloro es efectivo, y Paiola et al. (2021) destacan el glufosinato de amonio como una opción adicional para controlar *Richardia*.

En el Cuadro 6 se presenta el análisis de varianza (ANOVA) realizado para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. En los

Cuadro 7 y Cuadro 8 se muestran los análisis específicos para los tratamientos aplicados al control de *Asystasia* y *Cyperus*, respectivamente. Los valores de significancia obtenidos fueron $p < 0.0001$ para los tratamientos generales, $p < 0.0001$ para el control de *Asystasia*, y $p = 0.01$ para el control de *Cyperus*, lo que indica diferencias estadísticamente significativas en cada caso

Aunado a esto, en el Cuadro 9 detalla las medias de los tratamientos junto con sus errores estándar (EE) y las diferencias significativas identificadas. Se encontró que el tratamiento 2 mostró diferencias significativas con los tratamientos 1, 3 y 4, mientras que no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos 2, 5 y 6; 1, 3 y 4; ni entre los tratamientos 3, 4 y 5.

En los Cuadro 10 y Cuadro 11 se presentan las medias y errores estándar para los tratamientos aplicados específicamente al control de *Asystasia* y *Cyperus*. Para el control de *Asystasia* se identificaron diferencias significativas entre los tratamientos 2, 3 y 6. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos 2, 3, 4, 5 y 6; ni entre los tratamientos 1, 4 y 5 y para el control de *Cyperus* las diferencias significativas se presentaron entre los tratamientos 2, 3, 4, 5 y 6 en comparación con el tratamiento 1.

En la

Figura 9 se muestra el comportamiento de las malezas por metro cuadrado a lo largo del tiempo, agrupadas según los tratamientos aplicados en las áreas donde emergieron. Este análisis visual complementa los resultados estadísticos al evidenciar las tendencias temporales en la dinámica de las malezas bajo diferentes estrategias de manejo.

Cuadro 6. Análisis de varianza de la cantidad de malezas emergidas en una finca con el cultivo de piña (*Ananas comosus*) en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p-valor
Modelo	0,05	5	0,01	19,18	<0,0001
Tratamiento	0,05	5	0,01	19,18	<0,0001

Error	0,01	16	0
Total	0,05	21	

Cuadro 7. Análisis de varianza de la cantidad de *Asystasia* emergidas en una finca con el cultivo de piña (*Ananas comosus*) en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p-valor
Modelo	0,24	5	0,05	5,71	<0,0001
Tratamiento	0,24	5	0,05	5,71	<0,0001
Error	0,14	16	0,01		
Total	0,38	21			

Cuadro 8. Análisis de varianza de la cantidad de *Cyperus* emergidas en una finca con el cultivo de piña (*Ananas comosus*) en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p-valor
Modelo	0,06	5	0,01	5,08	0,01
Tratamiento	0,06	5	0,01	5,08	0,01
Error	0,04	16	0		
Total	0,10	21			

Cuadro 9. Comparación de la cantidad de malezas emergidas ($\sqrt{\text{datos} + 1} \pm \text{EE}$) para la determinación del mejor tratamiento para el control de malezas en una finca con el cultivo de piña (*Ananas comosus*) en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.

Tratamientos	Medias	E.E.	
2	1,02	0,01	A
6	1,05	0,01	A
5	1,07	0,03	AB
3	1,11	0,03	BC
4	1,11	0,02	BC
1	1,16	0,03	C

*Medias con letras iguales no presentan diferencias significativas

Cuadro 10. Comparación de la cantidad emergida de *Asystacia* ($\sqrt{\text{datos} + 1} \pm \text{EE}$) para la determinación del mejor tratamiento para su control en una finca con el cultivo de piña (*Ananas comosus*) en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.

Tratamientos	Medias	E.E.	
2	1,04	0,07	A
6	1,06	0,04	A
3	1,07	0,10	A
4	1,11	0,15	AB
5	1,22	0,10	AB
1	1,33	0,06	B

* Medias con letras iguales no presentan diferencias significativas

Cuadro 11. Comparación de la cantidad emergida de *Cyperus* ($\sqrt{\text{datos} + 1} \pm \text{EE}$) para la determinación del mejor tratamiento para su control en una finca con el cultivo de piña (*Ananas comosus*) en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.

Tratamientos	Medias	E.E.	
4	1,00	0,00	A
5	1,00	0,00	A
6	1,00	0,00	A
2	1,00	0,00	A
3	1,00	0,00	A
1	1,14	0,12	B

* Medias con letras iguales no presentan diferencias significativas

Nizam y Abdul (2023) destacan la efectividad del diuron y la ametrina en el control de *Asystasia*, al igual que el S-metolacloro, como lo reportado por Negewo et al. (2024). Estos hallazgos son consistentes con los resultados obtenidos en el presente estudio, donde dichos herbicidas demostraron ser los más efectivos para el manejo de esta maleza.

En el caso de *Cyperus*, estudios previos también señalan que el diuron es una opción viable para su control (Shivashenkaramurthy et al., 2020; Karam y Magno, 2022), al igual que la ametrina (Masood, 2017). Además, el S-metolacloro

ha sido reportado como eficaz en el manejo de esta especie, según Boyd (2015) y De Ryck, Reheul y De Cauwer (2021). Los resultados de este ensayo confirman que estos herbicidas proporcionaron un control efectivo de *Cyperus*, alineándose con las evidencias previas en la literatura.

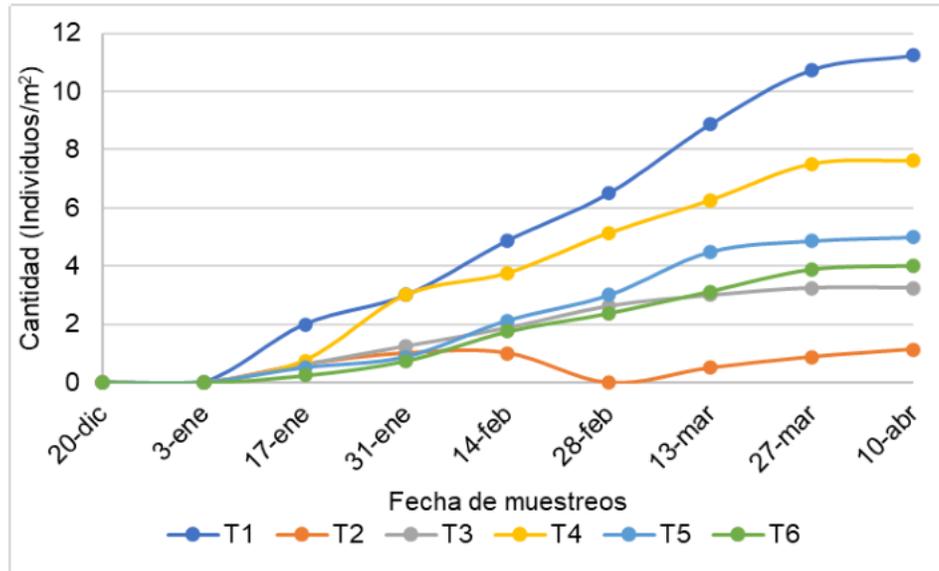


Figura 9. Cantidad de individuos emergidos en 1 m² desde diciembre 2023 hasta abril 2024 en una finca con el cultivo de piña (*Ananas comosus*) en Santa Rita, Río Cuarto, Alajuela, Costa Rica.

Las especies de malezas se ven favorecidas y afectadas por las condiciones climáticas para su germinación, además, cada una de las malezas cuenta con su temperatura, humedad y precipitación necesaria para lograr germinar y crecer, lo que variaciones constantes de estos factores pueden atrasar o adelantar su germinación (Alonso y Bornand, 2021). Además, Amare (2016) menciona que las malezas bajo estrés hídrico producen engrosamiento la cutícula de sus hojas, aunado a esto, disminuyen su crecimiento y la floración.

Anwar et al. (2021) menciona que de los factores más limitantes para el crecimiento es el agua, lo que puede ocasionar que las plantas no crezcan ni se desarrollen de la mejor manera, y se podría hasta detener. Además, los cambios en la temperatura ralentizan el crecimiento de las plantas, debido a que, procesos como la fotosíntesis, respiración y transpiración se ven afectados (Anwar et al., 2021), al

mismo tiempo, la temperatura dispone la posible distribución y duración de los ciclos de las malezas (Amare, 2016).

Es de suma importancia conocer su emergencia para programar su control de manera efectiva, ya que, puede ocasionar que los herbicidas no logren controlarla por una aplicación anticipada o una aplicación tardía (González et al., 2016). Como lo menciona Amare (2016) la utilización de herbicidas preemergentes se ve favorecida cuando hay humedad en el suelo, esto para que las plantas logren absorber el producto, sin embargo, las sequías reducen el potencial con el que cuenta cada herbicida preemergente.



Figura 10. Malezas emergidas en los tratamientos A) Tratamiento 1, B) Tratamiento 2, C) Tratamiento 3, D) Tratamiento 4, E) Tratamiento 5 y F) Tratamiento 6. 10 de abril 2024.

Obiazi (2022) y Nizam & Abdul (2023) reportan que el uso de diuron puede proporcionar un control efectivo de malezas durante periodos de 28-56 días y 42-84

días, respectivamente. Por otro lado, Magno, Ferreira y Guerra (2017), Takin, Suleiman y Omotosho (2016), junto con Nizam & Abdul (2023), señalan que el uso de ametrina puede controlar malezas durante intervalos de 23-35 días, 21-84 días, y 35-70 días, respectivamente.

En el caso del oxifluorfen, Widaryanto y Roviyanthi (2017) y Priya et al. (2013) informan un control que abarca de 20-40 días y 28-56 días, respectivamente. Asimismo, el S-metolaclo, según Magno, Ferreira y Guerra (2017), Rejane et al. (2014), y Negewo et al. (2023), ofrece control por periodos de 23-35 días, 14-28 días, y 25-60 días, respectivamente.

En el presente ensayo, se observó que la emergencia de malezas se mantuvo contenida durante aproximadamente 28 días, lo que concuerda con los resultados reportados por los autores mencionados. Además, la aplicación de una mezcla de diuron, ametrina y oxifluorfen, junto con una segunda aplicación a los 58 días después de la primera, permitió minimizar significativamente la cantidad de malezas emergentes a lo largo del periodo de evaluación.

Por otra parte, la incorporación de herbicidas al suelo se presenta como una estrategia eficiente para mejorar su efectividad, ya que reduce procesos como la volatilización y la fotodegradación (Rosales y Sánchez, 2006; Curran, 2016). Zemoli et al. (2014) demostraron que la incorporación del herbicida al suelo puede disminuir la escorrentía hasta en un 70% en comparación con aplicaciones superficiales.

No obstante, esta técnica también puede estar influenciada por la adsorción del herbicida en las partículas del suelo, limitando su disponibilidad (Curran, 2016). Zemoli et al. (2014) observaron que la adsorción del S-metolaclo es mayor en las capas superficiales del suelo (0-5 cm) en comparación con profundidades superiores a 81 cm, debido al mayor contenido de materia orgánica en las capas superiores. Sin embargo, es crucial que la incorporación de los herbicidas se realice en los primeros 5 cm, ya que esta es la zona donde se concentra la mayoría de las semillas de malezas (Rosales y Sánchez, 2006).

6. CONCLUSIONES

- La dosis adecuada para el control de malezas en el cultivo de piña (*Ananas comosus*) fue de 2,5L/ha de S-metolaclo.oro.
- Se determinó que no se debe de aplicar los herbicidas preemergentes con distancias excesivas antes de la siembra debido a que pueden emerger en etapas muy tempranas del cultivo y competir.
- Se determinó que la forma más adecuada de la aplicación de los herbicidas fue sobre la cama preestablecida.

7. RECOMENDACIONES

- Tomar en cuenta la aplicación del herbicida al momento del establecimiento del cultivo cuando se observen las primeras emergencias de malezas, esto para evitar el gasto de producto y agua, hora máquina y hombre.
- Aplicar el S-metolaclo-ro en condiciones con mayor humedad para conocer su efectividad.
- En futuros ensayos con tratamientos del S-metolaclo-ro incorporados se debe de tomar en cuenta la posible adsorción.

8. BIBLIOGRAFIA

- Abd El-Aal, M. & Eid, R. (2017). Optimizing growth, seed yield and quality of soybean (*Glycine max* L.) plant using growth substances. *Asian Research Journal of Agriculture*, 6(3), 1-19. DOI: 10.9734/ARJA/2017/36034
- Abouzienna, H. & Haggag, W. (2016). Weed control in clean agriculture: A review. *Planta Daninha*, 34(2), 377-392. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582016340200019>
- Aguilar, E. (2021). *Manual del cultivo de camote (Ipomoea batatas)*, San José, C.R.: INTA. 40p. ISBN 978-9968-586-52-8
- Alarcón, L., Torres, G., Austin, D., Rojas, C. y Delgado, G. (2016). Sinopsis de *Ipomoea* L. y *Merremia* Dennst. Ex Endl. (Convolvulaceae) en el norte del Perú (Lambayeque y territorios adyacentes). *Acta Botanica Malacitana*, 41, 101-120. <https://doi.org/10.24310/abm.v41i0.2439>
- Alonso, C. y Bornand, C. (2021). Dinámica de emergencia de malezas primavera-estivales en Villa Mercedes, San Luis, Argentina. *RCYTAAA*, 8(2), 3-15. ISSN 2451-7747.
- Aluko, O., Amosun, J., Ayodele, O., Udemba, I. & Olasoji, J. (2023). Screening of herbicides for weed control in soybeans (*Glycine max*) in derived Savanna Agroecology of Nigeria. *Moor Journal of Agricultural Research*, 24, 56-71.
- Al-Snafi, A. (2016). A review on *Cyperus rotundus*: A potential medicinal plant. *IOSR Journal of Pharmacy*, 6(7), 32-48. E-ISSN: 2250-3013
- Amare, T. (2016). Review on Impact of Climate Change on Weed and Their Management. *American Journal of Biological and Environmental Statistics*, 2(3), 21-27. doi: 10.11648/j.ajbes.20160203.12
- Anwar, P., Mominul, A., Yeasmin, S., Rashid, H., Shukor, A., Ahmed, S. & Shrestha, A. (2021). Weeds and Their Responses to Management Efforts in A Changing Climate. *Agronomy*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/agronomy11101921>

- Armando, L., Carrera, A. & Tomas, M. (2013). Collection and morphological characterization of *Panicum coloratum* L. in Argentina. *Genet Resour Crop Evol*, 60(5), 1-11. <http://dx.doi.org/10.1007/s10722-013-9982-3>
- Asbur, Y., Purwaningrum, Y. & Ariyanti, M. (2018). Growth and nutrient balance of *Asystasia gangetica* (L.) T. Anderson as cover crop for mature oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) plantations. *CHILEAN JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH*, 78(4), 486-494. doi:10.4067/S0718-58392018000400486
- Asim, M., Abdan, K., Jawaid, M., Nasir, M., Dashtizadeh, Z., Ishak, M & Hoque, E. (2015). A review on pineapple leaves fibre and its composites. *International Journal of Polymer Science*, 2015(950567), 1-16. DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/950567>
- Asmanizar, Waridha, A., Sumantri, E. & Butiarto, R. (2018). Effect of herbicide application on *Asystasia gangetica* and *Ottochloa nodosa* in young oil-palm plantation. *ICMR*, 103-106. DOI: 10.5220/0008882501030106
- Aziz, M., Sarkar, K & Roy, D. (2015). Acute toxicity study and evaluation of anti-inflammatory & CNS depressant activities of *Richardia scabra*. *Pharmacologyonline*, 3, 70-75. ISSN: 1827-8620
- Barbosa da Silva, A., de Souza, R., Cunha, J., de Lima, L., Bulhões, L. & Neto, J. (2023). Phytosociology and periods of weed interference in pineapple cv. Pérola according to spacing. *Comunicata Scientiae*, 14, 1-9. <https://doi.org/10.14295/CS.v14.3949>
- Boyd, N. (2015). Evaluation of preemergence herbicides for purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) control in tomato. *Weed Technology*, 29(3), 480-487. <http://dx.doi.org/10.1614/WT-D-14-00133.1>
- Campos, F. & da Costa, P. (2015). Herbicides for weed control in eucalypt. *Revista Brasileira de Herbicidas*, 14(4), 333-347. <http://dx.doi.org/10.7824/rbh.v14i4.425>

- Chaudhary, V., Kumar, V., Vaishali, S., Singh, K., Kumar, R. & Kumar, V. (2019). Pineapple (*Ananas cosmosus*) product processing: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(3), 4642-4652. E-ISSN: 2278-4136
- CNES/Airbus. (2021). Google Earth. Recuperado 24/5/2023. <https://earth.google.com/web/@10.49067795,-84.33362139,91.26210298a,386.67267816d,35y,0h,0t,0r>.
- Correia, N., Acra, L. & Balieiro, G. (2015). Chemical control of different *Digitaria insularis* populations and management of a glyphosate-resistant population. *Planta Daninha*, 33(1), 93-101. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582015000100011>
- Curran, W. (2016). Persistence of herbicides in soil. *American Society of Agronomy*, 16-21. doi:10.2134/cs2016-49-0504
- Cursino, J., de Fátima, J., Gonçalves, A., Malardo, M., Nicolai, M. & Christoffoleti, P. (2022). Effectiveness and interaction of the association of flumioxazin and pyroxasulfone in the control of guinea grass (*Panicum maximum*). *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 21(4), 435-440. DOI: 10.5965/223811712142022435
- De Ryck, S., Reheul, D. & De Cauwe, D. (2021). Impacts of herbicide sequences and vertical tuber distribution on the chemical control of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus* L.). *Weed Research*, 1-11. DOI: 10.1111/wre.12502
- Deore, U. & Mahajan, H. (2022). Hydrogel for topical drug delivery based on *Mimosa pudica* seed mucilage: Development and characterization. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 27. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2022.100701>
- Di Rienzo, J., Balzarini, M., González, L., Casanoves, F., Tablada, M. y Robledo, C. (2020). InfoStat, software estadístico. Recuperado de: <https://www.infostat.com.ar/index.php?mod=page&id=15>

- Espinoza, G., Hernández, C. y Morales, J. (2013). Manual de malezas y catálogo de herbicidas para el cultivo de la Caña de Azúcar en Guatemala. CENGICANA. 1-97. Recuperado de <https://cengicana.org/files/20150902101640359.pdf>
- Ewere, C., Iseghohi, I. & Gold, E. (2017). Effects of different mulch materials on soil properties, weed control, growth and yield of pineapple in Akure, Nigeria. *FUOYE Journal of Agriculture and Human Ecology*, 1(2), 62-74.
- Franciscon, H., Villanova, N., Rodrigues, A., Ferreira, S., Moratelli, G., Cologni, A. y Melgarejo, M. (2016). Eficacia y selectividad de mezclas de herbicidas en el cultivo de mandioca. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 115(2), 209-219. ISSN 0041-8676
- Gannon, T., Jeffries, M., Brosnan, J., Breeden, G., Tucker, K. & Henry, G. (2015). Preemergence herbicide efficacy for crabgrass (*Digitaria* spp.) control in common bermudagrass managed under different mowing heights. *HORTSCIENCE*, 50(4), 546-550. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.50.4.546>
- Gallon, M., Trezzi, M., Pagnoncelli, F., Pasini, R. & Cavalheiro, B. (2019). Chemical management of broadleaf buttonweed and brazilian pusley in different application methods. *Planta Daninha*, 37, 1-11. Doi: 10.1590/S0100-83582019370100098
- Galon, L., Cavaletti, D., Rodrigues, N., Ferreira, A. e Henz, O. Seletividade e eficácia de herbicidas aplicados em soja para o controle de plantas daninhas. *Agrarian*, 15(55), 1-13. <https://doi.org/10.30612/agrarian.v15i55.15715>
- García-De la Cruz, R. & García-López, E. (2021). Combined effects of cover crops and herbicide rotation as proactive weed management in pineapple (*Ananas comosus* L. Merr). *Agro Productividad*. <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i9.2038>

- Giraja, T. & Menon, M. (2019). Diversity of weed flora in pineapple plantations of Kerala. *Journal of Crop and Weed*, 15(1), 218-221.
- Goffnett, A., Sprague, C., Mendoza, F. & Cichy, K. (2016). Preharvest herbicide treatments affect black bean desiccation, yield, and canned bean color. *Crop Science*, 56, 1962-1969. doi: 10.2135/cropsci2015.08.0469
- Gómez, J. (2009). Las ciperáceas (Cyperaceae) de la Estación Biológica La Selva, Costa Rica. *Int. J. Trop. Biol.*, 57(1), 93-110. ISSN-0034-7744
- González, J., Chantre, G., Morvillo, C., Blanco, A & Forcella, F. (2016). Predicting field weed emergence with empirical models and soft computing techniques. *Weed Research*. doi: 10.1111/wre.12223.
- Gosh, P. & Pramanik, K. (2020). Efficacy of fomesafen against broadleaved weeds and productivity improvement in soybean. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 21(11&12), 53-60. ISSN: 0972-2025
- Gosh, C., Sarkar, S. & Das, A. (2020). Study on efficacy of herbicides in the tea cultivation of Darjeeling district of west Bengal, India. *Res. Jr. of Agril. Sci.*, 11(4), 860-870. ISSN: 0976-1675
- Gunsolus, J. & Curran, W. (1999). Herbicide Mode of Action and Injury Symptoms. Recuperado de https://appliedweeds.cfans.umn.edu/sites/appliedweeds.cfans.umn.edu/files/2022-04/herbicide_mode_of_action_and_injury_symptoms.pdf
- Hernández, N., Arias, D., Herrera, F., Briceño, E., Guevara, M. y Esquivel, E. (2018). Efecto de herbicidas preemergentes sobre la siembra directa de semillas pregerminadas de *Gmelina arborea* Roxb. y *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. para el establecimiento de plantaciones dendroenergéticas. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 15, 69-80. <http://doi.org/10.18845/rfmk.v15i1.3723>
- Herrera, F. y Picado, G. (2023). Evaluación de herbicidas preemergentes para el control de arvenses en camote. *Agronomía Costarricense*, 47(1), 59-71. ISSN:0377-9424

- Hossain, F. (2016). World pineapple production: An overview. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 16(4), 11443-11456. DOI: 10.18697/ajfand.76.15620
- Ikhajiagbe, B. & Chidozie, M. (2021). Growth performance and ferulic acid composition of *Amaranthus* species and *Mitracarpus villosus* in competition with weeds species. *Environmental Sustainability*, 4, 691-703. <https://doi.org/10.1007/s42398-021-00163-z>
- Jabit, N., Aani, S., Hamdani, M., Zakaria, N. & Abidin, M. (2022). Comparative efficacy between premium and generic herbicide of glufosinate ammonium to control weed species in oil palm plantation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1114, 1-6. doi:10.1088/1755-1315/1114/1/012038
- Jiménez, A., Camargo, D. y García, D. (2020). Sistema inteligente para el manejo de malezas en el cultivo de piña con conceptos de agricultura de precisión. *Ciencia y agricultura*, 17(3), 122-136. <https://doi.org/10.19053/01228420.v17.n3.2020.10830>
- John, L., Danjuma, N., Anuka, N. & Chindo, B. (2014). Sedative properties of *Mitracarpus villosus* leaves in mice. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 8(5), 2132-2142. <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v8i5.18>
- Kamar, A., Kumar, S. & Karigar, C. (2018). Plants in traditional medicine with special reference to *Cyperus rotundus* L.: a review. *3 Biotech*, 8(309), 1-11. <https://doi.org/10.1007/s13205-018-1328-6>
- Karam, D. y Magno, A. (2022). Alfalfa: del cultivo a sus múltiples usos. Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento (MAPA). Brasilia: MAPA/AECS. 260p. Cap. 8. ISBN: 978-85-7991-152-1
- Khamare, Y., Marble, C., Steed, S. & Boyd, N. (2021). Biology and management of Tasselflower (*Emilia* spp.) in ornamental crop production. *EDIS*, 1-6. <https://doi.org/10.32473/edis-EP606-2021>

- Kocira, S., Szparaga, A., Kubón, M., Czerwinska, E. & Piskier, T. (2019). Morphological and biochemical responses of *Glycine max* (L.) Merr. to the use of seaweed extract. *Agronomy*, 9(93), 1-23. <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy9020093>
- Korav, S. Dhaka, AK., Singh, R., Premaradhya, N. & Chandramohan, G. (2018). A study on crop weed competition in field crops. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(4), 3235-3240. E-ISSN: 2278-4136
- Kumalasari, N., Abdullah, L., Khotijah, L., Wahyuni, L., Indriyani, Ilman, N. & Janato, F. (2020). Evaluation of *Asystasia gangetica* as a potential forage in terms of growth, yield and nutrient concentration at different harvest ages. *Tropical Grasslands*, 8(2), 153-157. [http://dx.doi.org/10.17138/TGFT\(8\)153-157](http://dx.doi.org/10.17138/TGFT(8)153-157)
- Kumar, A., Mazumder, M. & Dey, M. (2017). Weed species composition of Pineapple based cropping system at Northern Part of West Bengal, India. *Advances in BioResearch*, 8(6), 258-269. DOI: 10.15515/abr.0976-4585.8.6.258269
- Kusumayuni, E., Sriyani, N., Yusnita, Hapsoro, D. & Utomo, S. (2021). Long-term application of diuron herbicides caused *Eleusine indica* weeds to become resistant to diuron. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci*, 739, 1-5. doi:10.1088/1755-1315/739/1/012034
- Labrada, R., Caseley, J. y Parker, C. (1996). Manejo de malezas para un país en desarrollo. ISSN 1014-1227. Recuperado de <https://www.fao.org/4/t1147s/t1147s00.htm#Contents>
- MAG. (s.f). Herbicidas. Recuperado de <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/H60-7190.pdf>
- Magno, A., Ferreira, L. & Guerra, Y. (2017). Preemergence herbicides on weed control in elephant grass pasture. *Ciência e Agrotecnologia* 41(1), 52-59. <http://dx.doi.org/10.1590/1413-70542017411024516>

- Martini, D., Bidel, S., Morais, T., Garlet, H., dos Santos, O., Borges, C., Nogueira, E. e Pereira, E. (2017). Desempenho de diferentes herbicidas pré-emergentes para controle de *Euphorbia heterophylla* na cultura da soja. *PERSPECTIVA*, 41(155), 7-15.
- Masood, A. (2017). Biology, agricultural impact, and management of *Cyperus rotundus* L.: the world's most tenacious weed. *Acta Physiol Plant*, 39(270), 1-14. DOI 10.1007/s11738-017-2574-7
- Mercado, J., Tortoledo, O., García, J., Báez, R., García, B., Ávila, J., Corella, D., Cruz, M., Velásquez, D. y Zúñiga, B. (2019). Calidad comercial de piña MD2 (*Ananas comosus* L.) Tratada en postcosecha con ácido 2-hidroxibenzoico. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 20(2). Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/813/81361553004/html/>
- Nath, C., Dubey, R., Sharma, A., Hazra, K., Kumar, N. & Singh, S. (2017). Evaluation of New Generation Post-emergence Herbicides in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Natl. Acad. Sci. Lett.*, 41, 1-5. DOI 10.1007/s40009-017-0604-z
- Nazim, M. & Abdul, N. (2023). Management of weeds on pineapple farm using selective herbicide on peat soil. *International Journal of Agriculture and Environmental Research*, 9(6), 1021-1029. <https://doi.org/10.51193/IJAER.2023.9603>
- Negewo, T., Dechassa, N., Fufa, A. & Bidira, T. (2024). Weed science research achievements on maize in Ethiopia: a review. *F1000Research*, 12(880), 1-16. <https://doi.org/10.12688/f1000research.135210.4>
- Noorsuliyana, M., Noor, N., Rahman, S. & Aani, S. (2023). Weed species composition of different peat areas under pineapple plantation in Muar, Johor. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1182, 1-6. doi:10.1088/1755-1315/1182/1/012077

- Obiazi, C. (2022). Comparison of diuron and butachlor for weed control in okra. *International Journal of Phytology Research*, 2(4), 29-33. ISSN NO: 2583-0635
- Odero, D., Fernandez, J. & Havranek, N. (2016). Weed control and radish (*Raphanus sativus*) response to S-metolachlor on organic soils. *HORTSCIENCE*, 51(1), 79-83. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.51.1.79>
- Ortiz, R., Enríquez, G., Nápoles, M., Soto, N., Mederos, A. y González, M. (2023). Reseña de la tecnología de producción de soya (*Glycine max* (L.) Merrill) en Cuba. Ed. INCA. San José las Lajas, Mayabeque. 1-143. ISBN: 978-959-7258-15-5
- Paiola, A., Paiola, L., Rodrigues, S., Moreira, A., de Oliveira, W., Bortoluzzi, J., Yamada, M. & Martins, A. (2021). Pre-sowing application of combinations of burndown and pre-emergent herbicides for *Conyza* spp. control in soybean. *Agronomía Colombiana*, 39(1), 121-128. Doi: 10.15446/agron.colomb.v39n1.89545
- Paull, R. & Uruu, G. (2021). Major weeds in pineapple fields of Hawai'i. *Fruit, Nut, and Beverage Crops*, 60, 1-10. Recuperado de <https://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/FN-60.pdf>
- Peerzada, A. (2017). Biology, agricultural impact, and management of *Cyperus rotundus* L.: the world's most tenacious weed. *Acta Physiol Plant*, 39(270), 1-14. DOI 10.1007/s11738-017-2574-7
- Peerzada, A., Ali, H., Naeem, M., Latif, M., Bujari, A. & Tanveer, A. (2015). *Cyperus rotundus* L.: Traditional uses, phytochemistry, and pharmacological activities. *Journal of Ethnopharmacology*, 174, 540-560. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2015.08.012>
- Pitanorte. (2023). Planta de piña tropical (MD-2). Recuperado de <https://www.pitanorte.com/producto/planta-pina-tropical-md2/>

- Priya, S., Chinnagounder, C., Perumal, M & Palanisamy, M. (2013). Evaluation of new formulation of oxyfluorfen (23.5% EC) for weed control efficacy and bulb yield in onion. *American Journal of Plant Sciences*, 4, 890-895. <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2013.44109>
- Prudêncio, J., Martins, V., Soares, B., Mendes, P., Aspiazú, I. & Concenço, G. (2022). Dynamics of the weed community during pineapple growth in the Brazilian semi-arid region. *Agronomía Colombiana*, 40(1), 109-119. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v40n1.94079>
- Retana, J. (2015). Manual Agronómico: Cultivo de la Piña. Recuperado de <http://www.competitividad.org.do/wp-content/uploads/2016/05/Manual-Agron%C3%B3mico-Cultivo-de-la-Pi%C3%B1a.pdf>
- Reis, R., Freitas, M., Silva, D., Pereira, G., Passos, A., da Silva, A., da Silva, A. & Reis, M. (2018). Effects of weed management and plant arrangements on yield index of sweet sorghum. *Bioscience Journal*, 35(4), 983-991. <http://dx.doi.org/10.14393/BJ-v35n4a2019-36966>
- Rejane, C., de Avila, L., Agostinetto, D., Vestena, G., Bastiani, M. & Pestana, R. (2014). Red rice control and soybean tolerance to S-metolachlor in association with glyphosate. *American Journal of Plant Sciences*, 5, 2040-2047. <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2014.513219>
- Ribeiro, D., Lins, H., de Freitas, M., Severo, T., Formiga, M., Mendonça, V. & Valadão, D. (2021). Weed control in melon with preemergence herbicides. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 57(02334), 1-11. DOI: 10.1590/S1678-3921.pab2022.v57.02334
- Rosales, E. y Sánchez, R. (2006). Clasificación y uso de los herbicidas por su modo de acción. INIFAB, Folleto Técnico No. 35. ISBN: 968-800-666-1
- Rossila, L., Nurainas, N. & Zulaspita, W. (2023). *Asystasia gangetica*, beyond its widespread distribution recorded in two Indonesian herbaria since 1863: A nuisance or a blessing? *Research Square*, 1, 1-24. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3643277/v1>

- Saeed, F., Afzaal, M., Niaz, B., Arshad, M., Tufail, T., Hussain, M. & Javed, A. (2018). Bitter melon (*Momordica charantia*): a natural healthy vegetable. *INTERNATIONAL JOURNAL OF FOOD PROPERTIES*, 21(1), 1270-1290. <https://doi.org/10.1080/10942912.2018.1446023>
- Sardana, V., Mahajan, G., Jabran, K. & Chauhan, B. (2017). Role of competition in managing weeds: An introduction to the special issue. *Crop Protection*, 95, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.09.011>
- Semeniuk, L., Bela, A., Vonka, C, Romero, M. y Núñez, M. (2018). Composición fitoquímica y nutricional de *Momordica charantia* y actividad antioxidante. *Dominguezia*, 34(1), 39-44. ISSN: 1669-6859
- Scavo, A. & Mauromicale, G. (2020). Integrated weed management in herbaceous field crops. *Agronomy*, 10(4). <https://doi.org/10.3390/agronomy10040466>
- Shaner, D. & Beckie, H. (2013). The future for weed control and technology. *Pest Management Science*, 70(9), 1329-1339. <https://doi.org/10.1002/ps.3706>
- Shivashenkaramurthy, M., Agasimani, A., Roopa, P., Manja, M & Annapurna, N. (2020). Effect of diuron herbicide on weeds in banana. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(3), 930-934. E-ISSN: 2278-4136
- Shukla, R., Hnamte, V., Kumar, S. & Kumar, N. (2022). Impact and assessment of frontline demonstration (FLD) management of weeds in pineapple by plastic mulch. *Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology*, 40(11), 314-319. DOI: 10.9734/AJAEES/2022/v40i111714
- Syngenta. (2023). Dual Gold: Herbicida. Recuperado de <https://www.syngenta.es/productos/proteccion-cultivos/herbicida/dual-gold>
- Tachie, J., Sarkodie, J., Carlson, A. (2014). Effects of weed management on the prevalence of pink pineapple mealybugs in Ghana. *Journal of Science and Technology*, 34(2), 17-25. <http://dx.doi.org/10.4314/just.v34i2.3>

- Takim, F., Suleiman, M. & Omotosho, S. (2016). Efficacy of ametryn herbicides on weeds in rainfed and irrigated sugarcane fields in southern guinea savanna ecology of Nigeria. *Pak. J. Weed Sci. Res.*, 22(2), 353-363.
- Upadhyay, R., Padalia, R., Kumar, D., Tiwari, A., Singh, S., Chauhan, A., Singh, V., Mazahirul, I. & Chauhan, A. (2022). Optimization of plant geometry for higher economic productivity of *Phyllanthus* (*Phyllanthus amarus* L.). *Journal of Pharmaceutical Negative Results*, 13(10), 1059-1063. DOI: 10.47750/pnr.2022.13.S10.123
- Valverde, B. & Chaves, L. (2020). The banning of bromacil in Costa Rica. *Weed Science*, 68(3), 240-245. <https://doi.org/10.1017/wsc.2020.13>
- Walsh, M., Newman, P. & Powles, S. (2013). Targeting weed seeds in-crop: A new weed control paradigm for global agriculture. *Weed Technology*, 27(3), 431-436. <https://doi.org/10.1614/WT-D-12-00181.1>
- Web&Media. (2024). El clima y tiempo. Recuperado de <https://elclimaytiempo.com/costa-rica/rio-cuarto-1147733/diciembre/>
- Westaway, J., Alford, L., Chandler, G. & Schmid, M. (2016). *Asystasia gangetica* subsp. *micrantha*, a new record of an exotic plant in the Northern Territory. *Northern Territory Naturalist*, 27, 29-35.
- Windaryanto, E. & Roviyaniti, F. (2017). Efficacy of oxyfluorfen herbicide for weed control in broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*). *Asian Journal of Crop Science*, 9(2), 28-34. DOI: 10.3923/ajcs.2017.28.34
- Yap, C., Chew, W., Al-Muntairi, K., Al-Shami, S., Nulit, R., Ibrahim, M., Wong, K., Bakhtiari, A., Sharifinia, M., Cheng, W., Okamura, H., Ismail, M. & Saleem, M. (2021). Invasive weed *Asystasia gangetica* as a potential biomonitor and a phytoremediator of potentially toxic metals: A case study in Peninsular Malaysia. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 18(4682), 1-28. <https://doi.org/10.3390/ijerph18094682>

Zemoli, C., Avila, L., Cassol, G., Massey, J. & Camargo, E. (2014).
Environmental fate of s-metolachlor - A review. *Planta Daninha*, 32(3),
655-664. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582014000300022>

9. ANEXOS



Figura 11. A) y B) incorporación del S-metolacoloro, C) aplicación del S-metolacoloro sobre la cama conformada, D) aplicación de oxifluorfen, diuron y ametrina, E) y F) marcaje de los puntos de muestreos en los tratamientos en la finca con cultivo de piña (*Ananas comosus*).



Figura 12. A) segunda aplicación de diuron y ametrina, B) y C) cultivo de piña (*Ananas comosus*) con 88 días después de siembra.

Cuadro 12. Costos (\$) de herbicidas/ha.

Herbicida	Costo/litro (\$)	Litros/ha	Costos (\$)	Costos totales (\$)
S-metolacoloro	42	2	84	84
		2,5	105	105
Diuron	7,4	2,25	17	
Ametrina	4,2	4,5	19	78
Oxifluorfen	10,5	4	42	



Figura 13. Tratamiento 1. 6 de abril del 2024.