



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
ESCUELA DE POSGRADO UNIVERSIDAD AGRARIA DEL
ECUADOR

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN SANIDAD VEGETAL
COHORTE 2023

PROYECTO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGÍSTER EN SANIDAD VEGETAL

EVALUACIÓN DE MEZCLAS DE HERBICIDAS PARA EL
CONTROL DE MALEZAS EN CULTIVO DE ARROZ (*Oryza*
***sativa*), SAMBORONDÓN-GUAYAS**

ING. AGR. EDISON LEONARDO MORÁN DE LA TORRE

GUAYAQUIL, ECUADOR

2024

ESCUELA DE POSGRADO “DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”

CERTIFICACIÓN

El suscrito, Docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de director **CERTIFICO QUE;** he revisado el Trabajo de Titulación, denominada **EVALUACIÓN DE MEZCLAS DE HERBICIDAS PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa*), SAMBORONDÓN-GUAYAS**, el mismo que ha sido elaborado y presentado por el estudiante, **Ing. Edison Leonardo Morán De La Torre;** quien cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador para este tipo de estudios.

Atentamente,

Ing. Albino Ávila Franco, MSc

Guayaquil, 22 de mayo de 2024

**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
ESCUELA DE POSGRADO
PROGRAMA DE MAESTRÍA SANIDAD VEGETAL**

TEMA

**EVALUACIÓN DE MEZCLAS DE HERBICIDAS PARA EL CONTROL
DE MALEZAS EN CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa*),
SAMBORONDÓN-GUAYAS**

AUTOR

ING. AGRON. EDISON LEONARDO MORÁN DE LA TORRE

TRABAJO DE TITULACIÓN

**APROBADA Y PRESENTADA AL CONSEJO DE POSTGRADO
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

MAGISTER EN SANIDAD VEGETAL

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

**Ing. María Isabel Cartagena Faytong, MSc
PRESIDENTE**

**Ing. Tayron Martínez Carriel, MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL**

**Ing. Albino Ávila Franco, MSc.
EXAMINADOR PRINCIPAL**

AGRADECIMIENTO

A mi alma máter, la Universidad agraria del Ecuador, por brindarme los conocimientos pertinentes para especializarme y desenvolverme de mejor manera en el ámbito profesional agrícola, en pro de contribuir al desarrollo del país.

Al Dr. Jacobo Bucaram Ortiz, por su compromiso con el sector agrícola del país, para que por medio de la creación de la Escuela de Postgrado de UAE se puedan formar mejores profesionales que aporten de gran manera al agro ecuatoriano.

Al Voluntariado a cargo de la Lic. Beatriz Bucaram, por su aporte y guía en todo el proceso para la culminación de la maestría.

A mi tutor Ing. Albino Ávila MSc. por todo el apoyo brindado, por sus sugerencias para el desarrollo de la investigación.

A Ricardo Rosado, por su fe en mi persona tanto a nivel personal y profesional, por impulsarme a creer en mí, a tomar nuevos retos y enseñarme a que se puede alcanzar mucho más, a poner la vara más alta; por incluso ver todas esas virtudes que aún eran desconocidas para mí. Gracias

A mi mamá Cecilia y mis hermanas: Wendy, Lisbeth y Evelyn, por siempre apoyarme en cada uno de mis sueños y metas.

DEDICATORIA

A mi abuela, mi mamá Esmeralda Meza (+), por siempre forjarme a ser mejor. Hoy todas y cada una de esas desveladas que tuviste conmigo, todos los llamados en la madrugada, los cafés preparados con amor y tu bendición se cristalizan, hoy me he convertido en el hombre de bien que siempre anhelaste que me convirtiera. Gracias, mamá.

RESPONSABILIDAD

La responsabilidad, derecho de la investigación, resultados, conclusiones y recomendaciones que aparecen en el presente Trabajo de Titulación corresponden exclusivamente al autor y los derechos académicos otorgados a la Universidad Agraria del Ecuador.

Ing. Edison Leonardo Morán De La Torre
C.I: 0928803436

RESUMEN

La presente investigación se realizó, en la Hacienda “Isla de Guare”, del cantón Samborondón, Guayas. Se evaluaron cuatro tratamientos (tres mezclas de herbicidas con un testigo absoluto) con cuatro repeticiones, el diseño de bloques fue completamente al azar, para el análisis estadístico se utilizó la prueba de Tukey al 95% de probabilidad. Los tratamientos fueron evaluados luego del establecimiento del cultivo hasta 45 días después de su aplicación para verificar su control en los distintos tipos de malezas. Para la evaluación de la eficacia de las mezclas se utilizó el test de Abbot, siendo el tratamiento con Pendimetalina, Butaclor y Bispiribac sodium el que presentó una mayor eficacia. Sin embargo, de acuerdo con las variables de control de malezas a los 15, 30 y 45 después de la aplicación y la variable: rendimientos; no existe diferencia estadística entre el tratamiento Pendimetalina, Butaclor y Bispiribac (T1) con el tratamiento Rinsktork + Cihalofof (T2).

De acuerdo con los análisis económicos el tratamiento Pendimetalina, Butaclor y Bispiribac (T1) es el que permite una mayor utilidad, por lo cual, comprensiblemente es el mejor tratamiento en estudio.

Palabras clave: control malezas, eficacia, mezcla de herbicidas

SUMMARY

The following research was conducted at "Isla de Guare" in Samborondón, Guayas. Four different treatments, which included three herbicide mixtures and one absolute control, were evaluated with four repetitions each. The experimental design used was completely randomized blocks, ensuring that the results were reliable and unbiased. The statistical analysis employed the Tukey test at a 95% probability to determine the significance of the results. The treatments were assessed from the establishment of the crop until 45 days after herbicide application to monitor their effectiveness in controlling various types of weeds. The Abbot test was utilized to measure the efficacy of the herbicide mixtures. Among these, the mixture containing Pendimethalin, Butachlor, and Bispyribac-sodium demonstrated the highest efficacy in weed control. However, when examining the weed control variables at 15, 30, and 45 days post-application, as well as the yield variable, there was no significant statistical difference between the Pendimethalin, Butachlor, and Bispyribac (T1) treatment and the Rinskor + Cyhalofop (T2) treatment. Based on the economic analysis, the Pendimetalina, Butaclor and Bispiribac (T1) treatment offered the highest profit, making it the most advantageous treatment among those studied.

Keywords: weed control, efficacy, herbicide mixture

Índice de Contenido

AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	v
RESUMEN	vii
SUMMARY	viii
INTRODUCCIÓN	1
Caracterización del tema	3
Planteamiento de la situación problemática	3
Justificación e importancia del estudio	4
Delimitación del problema	4
Formulación del problema	4
Objetivos	5
Objetivos específicos	5
Hipótesis o idea a defender	5
Aporte Teórico o Conceptual	5
Aplicación práctica	5
CAPÍTULO 1	6
MARCO TEÓRICO	6
1.1 Estado del arte	6
1.2 Bases científicas y teóricas de la temática	9
1.2.1 Taxonomía de Oryza sativa	9
1.2.2 Etapa fenológica crítica para control de malezas en el cultivo de arroz	10
1.2.2 Daños causados por las malezas en arroz	10
1.2.3 Clasificación del modo de acción de los ingredientes activos a utilizar	10
1.3 Marco legal	13
CAPÍTULO 2	15
ASPECTOS METODOLÓGICOS	15
2.1 Métodos	15
2.1.1 Modalidad y tipo de investigación	15
2.2 Variables	15
2.2.1 Variables independientes	15
2.1.2 Variables dependientes	16
2.2.3 Operacionalización de las variables	19

2.3 Población y muestra	20
2.3.1 Población	20
2.3.2 Muestra	20
2.4 Técnicas de recolección de datos	20
2.5 Estadística comparativa e inferencial	20
2.6 Diseño experimental	20
2.7 Tratamientos	21
2.8 Delimitación experimental	21
2.9 Manejo del ensayo	22
2.9.1 Condiciones de campo	22
CAPÍTULO 3	23
RESULTADOS	23
3.1 Toxicidad al cultivo a los 7 días después de la aplicación	23
3.2 Control de malezas	24
3.2.1 Control de malezas a los 15 dda	24
3.2.2 Control de malezas a los 30 dda	24
3.2.3 Control de malezas a los 45 dda	25
3.3 Población de malezas por metro cuadrado	27
3.4 Porcentaje de eficacia	27
3.5 Número de macollos por sitio de siembra	28
3.6 Rendimiento	29
3.7 Análisis económico de los tratamientos	30
CAPÍTULO 4	31
DISCUSIÓN	31
CAPÍTULO 5	32
CONCLUSIONES	32
CAPÍTULO 6	33
RECOMENDACIONES	33
Bibliografía	34
Anexos	38

Índice de Tablas

Tabla 1. Toxicidad al cultivo	16
Tabla 2. Porcentaje de control de malezas.....	16
Tabla 3. Operacionalización de las variables	19
Tabla 4. Esquema ANDEVA	20
Tabla 5. Tratamientos de la experimentación	21
Tabla 6. Delimitación experimental.....	21
Tabla 7. Toxicidad en el cultivo	23
Tabla 8. Porcentaje de control de malezas 15 dda.....	24
Tabla 9. Porcentaje de control de malezas a los 30 dda	25
Tabla 10. Porcentaje de control de malezas a los 45 dda	26
Tabla 11. Población de malezas de hoja angosta/m ²	27
Tabla 12. Porcentaje de eficacia a los 30 días	28
Tabla 13. Macollos por sitio de siembra	29
Tabla 14. Rendimiento (kg/ha).....	29
Tabla 15. Análisis económico	30

Índice de gráficos

Gráfico 1. Porcentaje de control de malezas en el tiempo	26
--	----

Índice de Anexos

Anexo 1. Sitio de la experimentación	38
Anexo 2. Croquis de ensayo	38
Anexo 3. Nombres Comerciales y sus ingredientes activos	39
Anexo 4. Fotografías	40
Anexo 5. Análisis de la varianza.....	46

INTRODUCCIÓN

La mitad de la población mundial basa su alimentación en el arroz, el cual es el segundo cereal más cultivado globalmente, superado solo por el trigo y el maíz. No obstante, es el primer cereal en términos de consumo humano ya que se destina al consumo directo. Paredes, Becerra y Donoso (2020).

El arroz es parte fundamental de la seguridad alimentaria mundial debido a que es el alimento básico para más de la mitad de los habitantes del mundo. FAO (2022)

Statista (2023) señala que el mayor productor de arroz en el mundo para el año 2021 fue China con una producción de 213 millones de toneladas, seguido por India y Bangladesh, siendo también sus principales consumidores.

Según el Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA, 2022), en el Ecuador para el año 2021 se sembraron 318.639 hectáreas, El 96 por ciento de la producción nacional proviene de dos provincias: Guayas y Los Ríos.

El arroz forma parte principal en la canasta básica de los ecuatorianos, en su estructura productiva, la mayor cantidad de área pertenece a pequeños agricultores. De toda la producción obtenida el 96 por ciento se destina para consumo interno ya que el consumo per cápita es de aproximadamente 48 kg por persona al año. BAYER (2022)

El arroz (*Oryza sativa*) constituye parte de la dieta diaria de los ecuatorianos, es por ello que pasa a ser un cultivo de importancia económica en el Ecuador. Según cifras del SIPA para el año 2021 se plantaron alrededor de 342,967 hectáreas de arroz, de las cuales se cosecharon alrededor de 342,281 hectáreas con un promedio de producción de 4,42 toneladas por hectárea. De las principales variedades que se cultivan en el país destacan Sfl 11 (59%), Feron (12%), SFI 09 (8%) e Iniap 11 (4%). SIPA (2022).

La limitante principal que incide directamente en la baja productividad del cultivo de arroz en Ecuador son las malezas, ya que estas compiten por agua, luz, nutrientes y espacio con el cultivo en sus primeras etapas de desarrollo. Al competir desde el

inicio de su establecimiento causan detrimento en los rendimientos afectando la economía de los productores, que en su mayoría son pequeños agricultores.

Hube, Alfaro, Ramírez, Donoso, y Paredes (2019) señalan que la presencia de malezas tiene un efecto negativo en la calidad y productividad del cultivo de arroz, por lo cual es necesario realizar un adecuado control de las mismas, que debe incluir practicas preventivas, labores culturales control mecánico y/o químico.

Las malezas tienen una gran capacidad para invadir y competir con el cultivo, compiten con las plantas de arroz por el espacio, luz y nutrientes, especialmente durante las etapas de plántulas y macollamiento, reduciendo la producción del cultivo. El mayor daño es causado en los primeros 20 a 50 días después del establecimiento de cultivo. Institut Valencià d'Investigacions Agràries (IVIA, 2019)

Peñaherra (2020) señala que la incidencia de malezas durante el primer mes de desarrollo en el cultivo de arroz puede llegar a reducir la cosecha hasta en un sesenta por ciento. Si este periodo negativo se alarga puede ocasionar la pérdida total de la cosecha.

Sin un adecuado control de malezas no se podrá lograr un manejo eficiente de insectos plagas. En áreas de arroz no es viable poder tener un buen control de “sogata (*Tagosodes orizicolus*) sino se realiza un control apropiado de malezas tipo gramíneas presentes en el cultivo y canales de riego. FAO, (2020)

Lancaster, Jugulam, y Jones, (2021) señalan que los herbicidas tienen diferentes maneras de matar a las malezas, para ello debe cumplir ciertos requisitos como entrar en contacto con la maleza objetivo, ser absorbido, moverse al sitio de acción específico de la maleza y acumular suficiente nivel en el sitio de acción para controlar la maleza.

Existen dos términos parecidos en respuesta a las respuestas bioquímicas y fisiológicas de las plantas a los herbicidas. El modo de acción se refiere al “proceso fisiológico en donde actúa el herbicida para causar la muerte de las plantas.” Mientras que el modo de actuar se la ha definido como la suma de las respuestas bioquímicas,

fisiológicas y anatómicas que componen la acción fitotóxica del químico, así como la localización física y degradación molecular del herbicida en la planta. CIAT (2019).

Caracterización del tema

Para los controles de la amplia gama de malezas, tanto productores como técnicos han utilizado diferentes tipos de moléculas en mezcla para poder generar un efecto “sello” y de esta manera poder evitar las altas incidencias de las malezas en los campos. Sin embargo, en los últimos años en el país se han registrado nuevas moléculas que permiten realizar el control con un solo producto que viene formulado muchas veces con dos productos distintos teniendo un mayor efecto en el control desde el inicio del desarrollo del cultivo.

Al no poder realizar la rotación de cultivos ya que la zona es netamente arrocería, el uso continuo de las mismas moléculas de herbicidas han ocasionado la resistencia de ciertas malezas, con la introducción de nuevas moléculas se puede dar nuevas alternativas al productor.

Planteamiento de la situación problemática

El cantón Samborondón es eminentemente arrocería ya que la mayor parte de su superficie agrícola se dedica a la explotación de este cultivo. Al tratarse de un monocultivo se presentan problemas fuertes por la persistencia de malezas y en algunos casos la resistencia de algunas de ellas a los controles químicos. Debido a la cantidad de malezas que se generan en un solo ciclo de cultivo se hace imperativo el uso de herbicidas que permitan su control.

Para los controles de la amplia gama de malezas, tanto productores como técnicos han utilizado diferentes tipos de moléculas en mezcla para poder generar un efecto “sello” y de esta manera poder evitar las altas incidencias de las malezas en los campos. Sin embargo, en los últimos años en el país se han registrado nuevas moléculas que permiten realizar el control con un solo producto que viene formulado muchas veces con dos productos distintos teniendo un mayor efecto en el control desde el inicio del desarrollo del cultivo.

Justificación e importancia del estudio

El continuo uso de las mismas moléculas para el control de malezas en cada ciclo de cultivo ha causado problemas de resistencia a los herbicidas comúnmente comercializados. Cada herbicida posee un modo de acción específico que permite el control de las malezas, muchos grupos de herbicidas comparten el mismo modo y sitio de acción que es lo que causa problemas de resistencia, en el campo arrocerero ecuatoriano los productores tienden a utilizar un solo tipo de herbicida de manera prolongada a lo largo de todos los ciclos de cultivo, lo cual incide en problema malezas resistentes a herbicidas, por ello se hace necesario buscar nuevas alternativas de moléculas para poder manejar de manera más integrada y sin el riesgo de resistencia. Con la introducción de nuevas moléculas para el control efectivo de malezas se puede dar nuevas alternativas al productor y de esta manera asegurar y mantener su productividad. El inicio de desarrollo del cultivo es la etapa crítica que determina la buena o baja rentabilidad del cultivo siempre que se eliminen las competencias directas con el cultivo. El estudio de nuevas moléculas con mayor rango de acción es necesario para tener un adecuado control de estas, logrando así reducción de competencia en la etapa crítica del desarrollo del cultivo. Además de ello se debe plantear la rotación del uso de los herbicidas y asegurarse cada ciclo que estos no posean el mismo modo de acción para reducir las probabilidades de resistencia.

Con los antecedentes expuestos se busca realizar un mejor control de malezas desde el inicio del desarrollo del cultivo y disminuir las probabilidades de generar malezas resistentes que compiten más agresivamente con el cultivo.

Delimitación del problema

Este estudio se realizó en la hacienda "Isla de Guare," situada en el cantón Samborondón, provincia del Guayas con la siguiente ubicación geográfica UTM X: 638625.48, Y: 9780083.73.

Formulación del problema

¿Cuál sería la mezcla de herbicidas que demuestre mayor eficacia para el control de malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*)?

Objetivos

Objetivo general

- Evaluar la eficacia de la aplicación de mezclas de herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz en Samborondón, Guayas

Objetivos específicos

- Evaluar la fitotoxicidad de las mezclas de herbicidas en el cultivo de arroz
- Determinar la mezcla de herbicidas más eficaz para el control de malezas en el cultivo de arroz en Samborondón, Guayas
- Realizar el análisis económico a los tratamientos en estudio

Hipótesis o idea a defender

El uso de nuevas mezclas de herbicidas aplicados en el cultivo de arroz permitirá un mejor control de las malezas en el cultivo.

Aporte Teórico o Conceptual

Concluido el trabajo de investigación se espera encontrar una mejor alternativa de control de malezas en el cultivo de arroz con el fin de reducir costos de producción y aumentar los rendimientos del cultivo.

Aplicación práctica

Una vez obtenidos los resultados de este estudio se pretende poner a disposición de los agricultores de la zona de Samborondón la información referente al control más efectivo de las malezas en el cultivo de arroz, y así también compartir los resultados con los docentes e investigadores de la Universidad Agraria del Ecuador.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1 Estado del arte

Se utilizan mezclas de herbicidas con el fin de ampliar el rango de control de las malas hierbas y manejar aquellas que presentan resistencia en el sitio objetivo a ciertos herbicidas. No obstante, el efecto de estas mezclas en la evolución de la resistencia a los herbicidas causada por el aumento del metabolismo aún no se comprende completamente. Rigona, et al (2023)

La utilización de combinaciones de diferentes tipos de herbicidas se fundamenta en la idea de que las malezas se encuentran expuestas a varios herbicidas al mismo tiempo, lo que disminuye la presión selectiva sobre un único sitio objetivo. Kniss, (2019)

Una de las nuevas moléculas desarrolladas es el florpyrauxifen-benzyl, un herbicida de auxina sintética (clasificado en el Grupo 4 por la Weed Science Society of America [WSSA]), que fue introducido al mercado en 2018 por Corteva Agriscience para el cultivo de arroz. Este herbicida es efectivo contra varias malezas problemáticas en la producción de arroz, como el coquillo amarillo (*Cyperus esculentus* L.), el cáñamo sesbania (*Sesbania herbácea*) y la hierba de corral [*Echinochloa crus-galli* (L.)], cuando se utiliza en la dosis indicada de 30 g ea ha⁻¹ según las instrucciones de la etiqueta. Miller, Norsworthy, y Scott, (2019).

Pirazosulfuron etil (etil-5-(4,6-dimetoxipirimidin- 2- y l-carbamoilsulfamoil)-1-metilpirazol-4-carboxilato) es un herbicida de sulfonilurea, recomendado para pre- y control temprano de post-emergencia de malezas herbáceas y de hoja ancha en cultivo de arroz directo sembrado y trasplantado. Manna, Singh, Purakayastha, y Berns, (2020)

Es importante conocer la toxicidad que puedan causar los herbicidas al cultivo de arroz, Velásquez, y otros (2021) señalan que En Brasil, el arroz puede sufrir daños leves debido a la baja radiación solar y a las bajas temperaturas, especialmente cuando las aplicaciones se realizan en la etapa fenológica de V2 a V6.

El control de malezas se ha llevado a cabo durante años mediante la mezcla de herbicidas para crear un efecto "sello" en el cultivo. No obstante, el uso constante de estos productos en cada ciclo ha generado resistencia. Actualmente, se han desarrollado nuevas moléculas que permiten un control efectivo de las malezas y ayudan a prevenir problemas de resistencia CIAT, (2019) señala que los herbicidas son productos genéricos que se utilizan en la agricultura con el fin de generar alteraciones en la fisiología de las plantas por un lapso largo y así impedir su normal desarrollo o inclusive causar su muerte.

Un herbicida es un producto químico que tiene como función interrumpir o inhibir el crecimiento o desarrollo de una planta (malezas), los herbicidas son usados ampliamente en diferentes áreas como la agricultura, industria y en zonas urbanas, ya que si son usados de manera adecuada suministran un control eficaz de las malezas a un costo bajo. Peterson, Regehr, Thompson, y Al-Khatib, (2021).

La resistencia a los herbicidas se define, en líneas generales, mediante dos mecanismos distintos: uno está vinculado al sitio de acción específico del herbicida, conocido como resistencia al sitio de acción, y otro no está relacionado con el sitio de acción del herbicida, denominado resistencia en sitios no objetivo. Gaines, y otros, (2020)

La mayoría de los informes sobre resistencia a ingredientes activos como penoxsulam, bispiribac-sodio e imazamox (inhibidores de ALS), cyhalofop-butilo y fenoxaprop-etilo (inhibidores de ACCasa), propanil (inhibidor del fotosistema II) y quinclorac (imitador de auxina/biosíntesis de celulosa) indican que la resistencia puede ocurrir tanto en el sitio objetivo, a través de mutaciones específicas, como en el sitio no objetivo, principalmente mediante la detoxificación de herbicidas. Este último punto es especialmente preocupante, ya que aumenta la probabilidad de resistencia múltiple a herbicidas en las malezas de los campos de arroz. Es fundamental implementar una rotación de herbicidas que considere los diferentes modos de acción y métodos de aplicación para minimizar la posibilidad de que estas malezas desarrollen resistencia a los herbicidas. Damalas y Koutroubas, (2020)

La adopción de herbicidas sintéticos ha permitido reducir los costos y aumentar la eficacia del control de las malas hierbas, lo que a su vez ha contribuido al incremento en la productividad y la eficiencia de la agricultura desde mediados del siglo pasado. No obstante, al igual que ocurre con los antibióticos, la efectividad de los herbicidas sintéticos se encuentra amenazada debido a la creciente evolución de la resistencia en diversas clases químicas de herbicidas, los cuales actúan sobre más de 25 moléculas objetivo-presentes en los herbicidas comerciales actuales. Dayan, Barker, Bough, Ortiz, y Takano, (2019)

La rotación de herbicidas en el campo, utilizando aquellos con diferentes sitios de acción, o la mezcla de herbicidas con sitios de acción distintos, ayudará a retardar la evolución de la resistencia específica al sitio de acción de los herbicidas. Si las estructuras químicas de estos herbicidas difieren lo suficiente en términos de sus modos de acción, también se puede retrasar la evolución de la resistencia basada en otros mecanismos. Dayan, et al, (2019)

Las familias químicas agrupan herbicidas con la misma fórmula química. Aunque los herbicidas de una misma familia suelen compartir el mismo modo de acción, también puede suceder que herbicidas de diferentes familias tengan el mismo modo de acción. El uso reiterado de un herbicida específico o de herbicidas con idéntico mecanismo de acción puede inducir la resistencia en las malezas y generar efectos adversos adicionales. Utilizar herbicidas con diferentes sitios de acción, ya sea en combinación o en rotación, ayuda a reducir la resistencia a los herbicidas. Lancaster, Fick, Currie, y Kumar, (2023)

Una vez que los herbicidas sistémicos ingresan al sistema de transporte simplástico de las plantas, se desplazan desde las hojas fuente hacia las hojas más jóvenes a través del floema, a menudo acompañados del movimiento de los azúcares fotosintéticos. La resistencia a los herbicidas debido a la reducción de la translocación ocurre cuando el herbicida queda retenido en las hojas de origen y se evita su desplazamiento hacia los puntos de crecimiento. Gaines, et al, (2020)

Chadha, Florentine, Turville, y Dowlin, (2022) en su investigación mencionaron que para controlar la maleza *Cyperus aromaticus*, el floryprauxifen-benzyl en dosis de

30 y 60 g de i.a. ofrece altos niveles de control (96 al 98%) cuando se aplica en la siembra o antes de la floración de la maleza.

Los herbicidas preemergentes se aplican tras la siembra y antes de la emergencia de las malezas. Estos compuestos químicos necesitan de lluvia o riego para ser incorporados en los primeros 5 centímetros del suelo, donde germinan la mayoría de las semillas de malezas. Los herbicidas preemergentes eliminan las malezas durante la germinación o inmediatamente después de su aparición, evitando así la competencia temprana con el cultivo. Rosales y Sánchez, (2019)

En el trabajo efectuado por Jehangir, y otros (2021) el tratamiento correspondiente a Pyrazosulfuron etil más Pretilachlor con la evaluación a los 60 días después de la siembra se determinó que, las malezas de hoja ancha presentaban más persistencia que las ciperáceas y gramíneas.

Existen numerosos herbicidas de aplicación antes de la emergencia de las malezas, tales como pendimetalina, oxadiazon, oxadiargyl, pretilachlor, entre otros. Asimismo, se recomiendan herbicidas de aplicación posterior a la emergencia, como cyhalofop-butyl, bispyribac-sodium, penoxsulam, fenoxaprop, azimsulfuron, 2,4-D, metsulfuron-methyl, triafamone + ethoxysulfuron, y muchos más, para el control de malezas en cultivos de arroz. Shekhawat, Rathore, y Chauhan, (2020)

1.2 Bases científicas y teóricas de la temática

1.2.1 Taxonomía de *Oryza sativa*

Según EPPO, (2020) señala la siguiente clasificación taxonómica para el cultivo de arroz:

Reino: Plantae

Filo: Magnoliophyta

Clase: Angiosperma

Categoría: Commelínidos

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Subfamilia: Ehrhartoideae

Género: *Oryza*

Especie: *Oryza sativa* (ORYSA)

1.2.2 Etapa fenológica crítica para control de malezas en el cultivo de arroz

1.2.2.1 Etapa vegetativa

La fase vegetativa del cultivo de arroz comienza con la germinación de la semilla y concluye con la diferenciación del primordio floral. Durante esta etapa, se establece el número de macollas que se formarán, lo cual afecta directamente la densidad de panículas por unidad de superficie. La duración de esta etapa puede variar según la variedad y las condiciones climáticas, pero generalmente se extiende de 35 a 50 días. La variabilidad en el ciclo de vida de las distintas variedades se atribuye a las diferencias en la duración de la fase vegetativa. Garcés y Medina, (2019)

1.2.2 Daños causados por las malezas en arroz

El momento crítico de competencia en el cultivo de arroz se presenta durante los primeros 30 días, desde el establecimiento del cultivo hasta el máximo desarrollo de macollos. Esto conlleva a una disminución en la capacidad de macollamiento del arroz y afecta los principales factores de rendimiento, como el número de panículas por metro cuadrado y la cantidad de granos por panícula. FEDEARROZ, (2019)

1.2.3 Clasificación del modo de acción de los ingredientes activos a utilizar

1.2.3.1 Pendimetalina

Grupo químico: Dinitroanilina

Modo de acción: Este herbicida selectivo funciona por contacto y es absorbido principalmente por las raíces, aunque también, en menor medida, por las hojas. En las plantas monocotiledóneas, el crecimiento se detiene poco después de que el tallo

absorbe el herbicida. En las plantas dicotiledóneas, el producto es absorbido a través del hipocótilo, causando la muerte de las malezas poco después de la germinación o emergencia.

Mecanismo de acción: El herbicida es absorbido por las hojas y se transporta a través del xilema y el floema, inhibiendo la división y elongación celular en los meristemas de tallos y raíces de las malezas susceptibles. Cuando se absorbe por las raíces, se desplaza rápidamente a través del flujo respiratorio hacia los puntos de crecimiento, donde se acumula y actúa bloqueando la fotosíntesis. EDIFARM, (2019)

1.2.3.2 Butaclor

Grupo químico: Cloroacetamidas

Modo de acción: Este herbicida sistémico selectivo se usa tanto en aplicaciones pre-emergentes como post-emergentes y actúa inhibiendo la división celular y el crecimiento de las malezas en proceso de germinación. Puede aplicarse en etapas medias o tardías de post-emergencia para crear un efecto "sello". Es eficaz contra gramíneas y algunas especies de commelináceas.

Mecanismo de acción: Este herbicida impide la síntesis de proteínas, lípidos, ácidos grasos, pigmentos y ciertas sustancias que promueven el crecimiento de las malezas, dificultando la elongación de las raíces y, en el caso de plantas de hojas anchas, afectando el hipocótilo y el epicótilo. Las plantas tratadas no pueden emerger y terminan muriendo. ADAMA, (2019)

1.2.3.3 Pretilachlor

Grupo Químico: Cloroacetamidas

Mecanismo de acción: El pretilaclor, una cloroacetanilida, actúa impidiendo la formación de ácidos grasos de cadena muy larga (VLCFA) y disminuyendo la división celular. Los tratamientos del suelo con pretilaclor (aplicación pre-emergente) previenen la germinación de las malezas, que morirán después de emerger. La aplicación de pretilaclor en plantas jóvenes (aplicación temprana en post-emergencia) inhibe el

crecimiento de raíces y brotes, resultando en plántulas atrofiadas y malformadas que morirán debido a la insuficiente absorción de nutrientes y agua.

Modo de acción: El pretilaclor es un herbicida aplicado en las fases pre-emergentes y post-emergentes tempranas en cultivos de arroz, tanto de siembra directa como sembrado en húmedo o trasplantado. Es absorbido principalmente por los brotes de las malezas germinadas, y en menor grado por sus raíces, mientras que la absorción a través de las hojas es insignificante. TQC, (2021)

1.2.3.4 Bispiribac sodium

Grupo químico: Pirimidyl Carboxy

Modo de acción: Es un herbicida post-emergente, selectivo y sistémico, el cual es absorbido por las hojas y raíces de la planta.

Mecanismo de acción: Pertenece al grupo Pirimidol Carboxy, actúa inhibiendo la actividad de la enzima acetolactatosintasa (ALS), esta enzima es esencial en la biosíntesis de los aminoácidos; su mecanismo de acción inhibe la división celular, deteniendo el crecimiento, causando clorosis, necrosis y muerte de las plantas. FARMAGRO, (2020)

1.2.3.5 Pyrazosulfurom etil

Grupo químico: Sulfonilurea

Modo de acción: Herbicida selectivo de acción sistémica.

Mecanismo de acción: Se activa al interferir con la producción de los aminoácidos valina e isoleucina, cruciales para el desarrollo celular de las plantas, lo que conlleva a la detención de su división y crecimiento. EDIFARM, (2019)

1.2.3.6 Mezcla Florpyrauxifen-benzyl + Cyhalofop butil

Herbicida de acción sistémica altamente eficaz en el control post-emergente de malezas gramíneas, ciperáceas y de hoja ancha de relevancia económica en el cultivo de arroz. Exhibe una selectividad adecuada hacia el cultivo, adaptable tanto a sistemas de siembra directa con semilla tapada o destapada, así como a trasplantes. Sus

componentes activos, con distintos mecanismos de acción (Florpyrauxifen-benzyl, perteneciente a la familia química arylpicolinato y Cyhalofop butyl, clasificado en el grupo químico Ariloxifenoxipropionato), amplían la variedad de malezas controladas, desempeñando un papel clave en el manejo de la resistencia. CORTEVA, (2022)

1.3 Marco legal

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

Título II. Derechos.

Capítulo segundo-Derechos del buen vivir. Sección segunda-Ambiente sano.

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua. Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional (Plan del buen vivir, 2008).

Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria

Título I de la Institucionalidad

Capítulo I de la Rectoría

Art. 7.- De las competencias. - En materia de sanidad agropecuaria corresponde a la Autoridad Agraria Nacional las siguientes competencias:

e) Promover y orientar la investigación científica en el área de sanidad vegetal y animal en coordinación con el ente rector de investigación.

Art. 10.- Destino de los incentivos. - La Autoridad Agraria Nacional establecerá los siguientes incentivos para:

b) Establecimiento y aplicación de acciones de promoción, difusión, capacitación y asistencia técnica destinados a la prevención, investigación, diagnóstico de enfermedades, plagas, trazabilidad (Asamblea Nacional, 2017, p.5).

TITULO I DISPOSICIONES GENERALES

Art. 1.- La formulación, fabricación, importación, registro, comercialización y empleo de plaguicidas y productos afines para la agricultura, se sujetarán a las disposiciones de la Constitución Política de la República y de la Ley.

Art. 2.- Para los efectos de esta Ley, plaguicida o producto afín es toda sustancia química, orgánica o inorgánica que se utilice sola, combinada o mezclada para prevenir, combatir o destruir, repeler o mitigar insectos, hongos, bacterias, nematodos, ácaros, moluscos, roedores, malas hierbas o cualquier otra forma de vida que cause perjuicio directo o indirecto a los cultivos agrícolas, productos vegetales o plantas en general. La terminología técnica, así como la clasificación que se deba tener de los plaguicidas deberán constar en el correspondiente Reglamento. Art. 3.- Para la clasificación de los plaguicidas y productos afines se establece los siguientes grupos: I-A.- Extremadamente tóxicos; Ib.- Altamente tóxico; II.- Moderadamente tóxico; y, III.- Ligeramente tóxico; la misma que se basa en la dosis letal media oral y dermal del tipo de formulación.

TITULO VI Del expendio, uso, aplicación, manejo de plaguicidas y productos afines y protección de operarios

Art. 21.- Los plaguicidas o productos afines se venderán al por mayor o al por menor para los fines indicados en su registro, únicamente en establecimientos autorizados para el efecto, cuyos propietarios permitirán y facilitarán las inspecciones de rigor por parte de los funcionarios del Ministerio de Agricultura y Ganadería debidamente identificados y autorizados. Estos establecimientos deberán contar con el asesoramiento de un Ingeniero Agrónomo en libre ejercicio profesional, debidamente colegiado, que responderá solidariamente con el dueño del establecimiento en el caso de adulteración, conservación o transporte inadecuados de los plaguicidas y productos afines que se venden.

Art. 22.- El Ministerio de Agricultura y Ganadería recomendará el uso de plaguicidas y productos afines cuando no existan enemigos naturales de las plagas a controlar o cuando su población sea muy baja y de acción poco significativa, propendiéndose a la utilización de productos biodegradables. (AGROCALIDAD, 2019)

CAPÍTULO 2

ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.1 Métodos

Método inductivo: Se aplicó este método con el objetivo de recolectar necesaria de los tratamientos para cumplir con los objetivos del presente estudio, a través de la observación y clasificación de la información recolectada.

Método deductivo: Permitió observar las variaciones que ocurrirán en los procesos de campo en el curso de la investigación del control de malezas.

Método analítico: Se usó para reconocer la relación entre los tratamientos de herbicidas y el efecto sobre las malezas en estudio.

Método sintético: Permitió identificar y relacionar los resultados para la discusión de la hipótesis, concluir y recomendar los aspectos más importantes para esta investigación

2.1.1 Modalidad y tipo de investigación

La presente investigación se realizó de modalidad experimental con un enfoque investigativo en campo través de la evaluación y análisis de los datos resultantes de cada tratamiento, con el fin de comprobar la eficacia de los herbicidas sobre el control de malezas.

2.2 Variables

2.2.1 Variables independientes

Entre las variables independientes del estudio están la aplicación de diferentes mezclas de herbicidas (Butaclor+ Pendimetalina + Bispiribac sodium), (Pretilachlor + Pyrazosulfurom etil) y (Florpyrauxifen-benzyl + Cyhalofop) para el control de malezas en el cultivo de arroz.

2.1.2 Variables dependientes

2.1.2.1 Toxicidad al cultivo:

Dentro de la parcela útil, para determinar la toxicidad de los herbicidas se realizaron evaluaciones a los 7, 14 y 21 días posteriores a la aplicación de los productos, según la escala de Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM) que se detalla a continuación:

Tabla 1. Toxicidad al cultivo

Índice	Denominación	Descripción de daño
0	Ningún daño	Ningún efecto, apariencia similar al testigo
1-3	Daño leve	Clorosis leve o media
4-6	Daño moderado	Clorosis intensa, necrosis y malformaciones más pronunciadas (se presenta cierta toxicidad al cultivo, respecto al testigo).
7-9	Daño severo	Severo daño al cultivo, pérdida de plantas, muerte de la mayoría de las plantas del cultivo
10	Muerte total	Destrucción total del cultivo

Fuente: ALAM

Elaborado por: Morán, 2024

2.1.2.2 Porcentaje de control de malezas

Se llevó a cabo la evaluación del porcentaje de control de malezas dentro de la parcela experimental a los 15, 30 y 45 días posteriores a la aplicación de los productos, según la escala de Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM), que se detalla a continuación:

Tabla 2. Porcentaje de control de malezas

Índice	Estimación porcentual	Descripción de daño
0	0	Ninguno
1	1 – 10	Pobre
2	11 – 25	Regular
3	26 – 50	Moderado
4	51 -75	Satisfactorio
5	75 – 99	Muy Bueno
6	100	Total, o Excelente

Fuente: ALAM

Elaborado por: Morán, 2024

2.1.2.3 Población de malezas por metro cuadrado

Se realizó la toma de población de malezas por metro cuadrado a los 30 días después de la aplicación en cada una de las unidades experimentales, identificando los grupos de ellas: hojas angostas, hojas anchas y cyperaceas, con el fin de evaluar la persistencia de las malezas luego de la aplicación de los tratamientos.

2.1.2.4 Eficacia de control

Se empleó el método de evaluación de eficacia establecido por Abbot para medir la efectividad de control de cada uno de los tratamientos, descrito a continuación:

$$\% \text{ Eficacia} = \frac{(C-T)}{C} \times 100$$

En donde:

C = Cantidad de malezas vivas en el grupo de control (sin tratamientos)

T = Cantidad de malezas vivas en el grupo de tratamiento

2.1.2.5 Macollos por sitio de siembra

Se procedió a contar la cantidad de total de macollos por plantas a los 70 días de edad de cultivo, tomando como muestra 10 sitios de siembra en la parcela útil de cada unidad experimental. Cabe indicar que en cada sitio de siembra se colocaron cinco plántulas por sitio al momento del trasplante.

2.1.2.6 Rendimiento

Esta variable se determinó una vez el cultivo alcanzó su madurez fisiológica. Se tomó el peso del área útil de la parcela cosechada. Posterior a ello se realizó la toma de humedad de cada uno de los tratamientos en porcentaje y se aplicó la fórmula a continuación:

$$R = \frac{PM (100 - HI) \times 10}{(100 - HD) \quad AU}$$

Donde:

HI: Humedad Inicial (%)

PM: Peso de la muestra (g)

HD: Humedad Deseada (14%)

AU: Área Útil (m²)

2.1.2.7 Análisis de presupuesto parcial

Se realizó un análisis de presupuesto parcial por medio de la metodología del CYMMIT con base en los costos del manejo agronómico del cultivo como también por la implementación de los herbicidas a evaluar.

2.2.3 Operacionalización de las variables

Tabla 3. Operacionalización de las variables

Tipo de variable		Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Tipo de medición	Instrumentos de Medición
Independiente	La aplicación de diferentes mezclas de herbicidas en campo para el control de malezas	Evaluación en campo de las diferentes mezclas de herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz	Dosis de las diferentes mezclas de herbicidas	Porcentaje de control de malezas por ALAM	Cuantitativa	
Dependiente	Control de malezas	Evaluación en campo de las diferentes mezclas de herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz	Toxicidad de las mezclas al cultivo a los 7, 14 y 21 días	Porcentaje de plantas de arroz afectadas	Cuantitativa	Escalas de toxicidad
	Macollamiento		Porcentaje de control de malezas a los 15,30 y 45 días después de la aplicación.	Porcentaje de malezas controladas		Escalas para el control de malezas
	Rendimiento		Capacidad de macollamiento	Numero de macollos por m ²	Cuantitativa	Registros en campo
			Rendimiento en kg/ha	Rendimiento en kg/ha	Cuantitativa	Conteo de número de macollos por metro cuadrado
						Mediante fórmula $R = \frac{PM(100 - HI) \times 10}{(100 - HD) \times AU}$

Elaborado por: Morán, (2023)

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población

Se conformaron 16 unidades experimentales mediante la implementación de cuatro tratamientos, con cada tratamiento replicado en cuatro repeticiones.

2.3.2 Muestra

Se seleccionó un metro cuadrado en cada parcela experimental, en donde se evaluó el control de malezas respectivo.

2.4 Técnicas de recolección de datos

Se utilizaron metodologías descriptivas y cuantitativas que implicaron la observación directa en el campo para la medición de las variables definidas.

2.5 Estadística comparativa e inferencial

Para la valoración estadística de los datos se utilizó el análisis de varianza (ANDEVA) para detectar las diferencias significativas entre tratamientos. Adicionalmente se utilizó el test de Tukey para la clasificación de medias. Estos análisis se efectuaron al 5% de probabilidad para el error tipo I (Alpha). Para los análisis se utilizó el programa INFOSAT. El modelo de ANDEVA se indica en la tabla 4.

2.6 Diseño experimental

Se implementó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), conformada por cuatro tratamientos, cada uno con cuatro repeticiones obteniendo un total de 16 unidades experimentales.

Tabla 4. Esquema ANDEVA

Fuente de variación	Fórmula	Desarrollo	Grados de libertad
Tratamientos	(T-1)	(4-1)	3
Repeticiones	(R-1)	(4-1)	3
Error experimental	(T-1) (R-1)	(4-1) (4-1)	9
Total	(T*R) - 1	(4*4) - 1	15

Elaborado por: Morán, (2024)

2.7 Tratamientos

Se contó con tres tratamientos químicos para el control de malezas y un testigo absoluto (este último fue de utilidad para poder determinar la eficacia de los tratamientos y la afectación directa en los rendimientos).

Tabla 5. Tratamientos de la experimentación

Tratamiento	Ingredientes activos	Dosis/ha	Dosis/20 litros de agua
T1	Pendimetalina + Butaclor + Bispiribac sodium	2 litros + 3 litros + 100 cc, respectivamente	200 cc + 300 cc + 10 cc, respectivamente
T2	Pretilachlor + Pyrazosulfurom etil	2 litros + 300 g	200 cc + 30 g
T3	Florpyrauxifen-benzyl + Cyhalofop butil	1.7 litros	170 cc
T4	Testigo absoluto	Sin aplicar	

Elaborado por: Morán, (2024)

2.8 Delimitación experimental

Tabla 6. Delimitación experimental

Diseño	Indicación
Área total del ensayo	8,1 m de ancho por 23 m de largo: 186,3 m ²
Número de tratamientos	4
Número de repeticiones	4
Número de unidades experimentales	16
Área de cada UE	1,8 m ancho y 5 m de largo: 9 m ²
Área útil de cada UE	1,2 m de ancho y 5 m de largo: 6 m ²
Distancia entre bloques	1 m
Distancia entre hileras	0,30 m
Distancia entre plantas	0,20 m
Número de hileras por UE	6
Número de plantas por UE	156
Número de plantas útiles por UE	104
Total de plantas del ensayo	2496

Elaborado por: Morán, (2024)

2.9 Manejo del ensayo

2.9.1 Condiciones de campo

Se sembró la variedad Feron por sistema de siembra indirecta (trasplante). Se realizaron labores complementarias para mantener el desarrollo fisiológico de las plantas. Las evaluaciones de las variables fueron registradas durante las etapas vegetativa y de maduración del cultivo.

2.9.1.1 Preparación de terreno

La preparación del terreno se la realizó con un pase de arado para permitir la aireación del terreno, y dos pases de romplow, posterior a ello se inundó del terreno para realizar la labor de fanguero y por último la nivelación del terreno con la ayuda de un apero.

2.9.1.2 Siembra de semillero

Se realizó la siembra de semilleros en platabandas

2.9.1.3 Trasplante

La siembra se realizó a los 25 días después de preparación del semillero, con un distanciamiento de 0.30 m entre hileras, y 0.20 m entre plantas.

2.9.1.4 Control de malezas

Se utilizaron los herbicidas de los tratamientos en estudio. Para la mezcla de herbicidas (Pendimetalina + Butaclor + Bispiribac sodium) se realizará la aplicación 7 días después del trasplante, la mezcla (Pretilachlor +Pyrazosulfurom etil) se aplicará 7 días después del trasplante y por último en el caso de la mezcla (Florpyrauxifen-benzyl + Cyhalofop butil) se hará la aplicación a los 12 días después del trasplante.

2.9.1.5 Riego

La administración del riego fue por inundación, realizando el primero en la etapa de preparación del terreno, con la finalidad de facilitar esta labor. Los riegos posteriores se realizaron de acuerdo con las necesidades del cultivo, manteniendo una pequeña lámina de agua.

CAPÍTULO 3

RESULTADOS

3.1 Toxicidad al cultivo a los 7 días después de la aplicación

Se observó que los tratamientos en estudio tienen un efecto directo en la toxicidad al cultivo a los 7 días posterior a la aplicación. Así también se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio, según lo indicado en la tabla N° 7. Desde el punto de vista del manejo del cultivo, los datos presentan cierta confiabilidad, ya que se observa un coeficiente de variación de 28,87%.

Tabla 7. Toxicidad en el cultivo

N°	Tratamiento	MEDIAS ¹
1	Pend + Buta + Bispi	4,0 a
2	Preti + Pyraz	2,5 b
3	Rinsktork + Cihalofof	1,5 b
Significancia ANDEVA:		**
Coef. de Variación:		28,87%

**Diferencias altamente significativas ($p < 0,01$)

¹Medias con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Test Tukey.

Elaborado por: Morán, 2024

El tratamiento: Pendimetalina + Butaclor + Bispiribac sodium (T1), presentó mayor afectación por toxicidad en el cultivo con un promedio en la escala de 4 (daño moderado) de acuerdo con la escala de ALAM, por su parte el tratamiento con Pretilaclor + Pyrazosulfurom etil (T2) y el tratamiento con Rinsktork + Cihalofof butil (T3), presentaron una menor afectación con promedios de afectación de 2,5 y 1,5 respectivamente (que corresponde a un daño leve).

Esta toxicidad puede presumiblemente afectar la recuperación del cultivo. Dicha toxicidad no fue persistente en el tiempo, ya que en las posteriores evaluaciones de fitotoxicidad al cultivo no se observó efecto adverso, por lo cual los valores fueron cero.

3.2 Control de malezas

3.2.1 Control de malezas a los 15 dda

Los tratamientos en estudio tienen una influencia positiva para el manejo de las malezas en el cultivo a los quince días después de la aplicación, como se observa en los datos de la tabla N° 8, en donde se detalla los porcentajes de control de los diferentes tratamientos. Sin embargo, no se observan diferencias significativas entre los tratamientos en estudio. Desde el punto de vista de manejo, la información reporta cierta confiabilidad ya que se reporta un coeficiente de variación de 9,41%.

Tabla 8. Porcentaje de control de malezas 15 dda

N°	Tratamiento	MEDIAS ¹
1	Pend + Buta + Bispi (T1)	87 a
2	Rinsktork + Cihalofof (T3)	87 a
3	Preti + Pyraz (T2)	81 b
Significancia ANDEVA:		ns
Coef. de Variación:		9,41%

Ns: Diferencias No significativas

¹Medias con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Test Tukey.

Elaborado por: Morán, 2024

Según la escala de ALAM, aparentemente los tratamientos en estudio tienen un porcentaje de control muy bueno a los quince días después de la aplicación. El tratamiento con Pendimetalina + Butaclor + Bispiribac sodium (T1) y, el tratamiento con Rinsktork + Cihalofof butil (T3) presentaron los mayores porcentajes de control de malezas ambos con un 87% de control, por último, el tratamiento con Pretilaclor + Pyrazosulfurom etil (T2) presentó un porcentaje de control de 81%.

3.2.2 Control de malezas a los 30 dda

Después de los 30 días después de la aplicación, se evidencia que determinados tratamientos en estudio mantienen su porcentaje de control de malezas en el cultivo como se observa en los datos de la tabla N° 9, sin embargo, el segundo tratamiento bajó su porcentaje de control. Se observan diferencias significativas entre los tratamientos en estudio. Desde el punto de vista de manejo, la información reporta cierta confiabilidad ya que se reporta un coeficiente de variación de 15,39%.

Dos de los tratamientos en estudio mantienen un porcentaje de control muy bueno a los treinta días después de la aplicación. Se puede observar que el tratamiento con Pendimetalina + Butaclor + Bispiribac sodium (T1) conserva el porcentaje de control de un 87%, por su parte, el tratamiento con Rinsktork + Cihalofof butil (T3), tiene un 81% de control. No obstante, el tratamiento con Pretilaclor + Pyrazosulfurom etil (T2) presentó una disminución considerable en su porcentaje de control con un 44,4%, considerado por la escala de ALAM como moderado.

Tabla 9. Porcentaje de control de malezas a los 30 dda

N°	Tratamiento	MEDIAS ¹
1	Pend + Buta + Bispi (T1)	87 a
2	Rinsktork + Cihalofof (T3)	81 a
3	Pretil + Pyraz (T2)	44,3 b
4	Testigo	0 c
Significancia ANDEVA:		**
Coef. de Variación:		15,39%

**Diferencias altamente significativas ($p < 0,01$)

¹Medias con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Test Tukey.

Elaborado por: Morán, 2024

3.2.3 Control de malezas a los 45 dda

Determinados tratamientos en estudio mantienen cierto porcentaje de control de malezas a los 45 días después de la aplicación, tal como se observa en la tabla 10. Las diferencias entre ellos son altamente significativas. Desde el punto de vista del manejo del cultivo, los datos presentan cierta confiabilidad, ya que se observa un coeficiente de variación de 15,63%.

Aparentemente dos de los tratamientos en estudio aún mantienen un porcentaje de control muy bueno a los cuarenta y cinco días después de la aplicación. Se puede observar que el tratamiento con Rinsktork + Cihalofof butil (T3), mantiene el 81% de control. Por su parte, el tratamiento con Pendimetalina + Butaclor + Bispiribac sodium (T1) bajó el porcentaje de control a un 75%. Aunque los porcentajes de estos dos tratamientos fueron muy buenos, según la escala de ALAM, el tratamiento con Pretilaclor

+ Pyrazosulfurom etil (T2) disminuyó su eficacia en el control llegando a una media de 39,3%, considerado como control moderado.

Tabla 10. Porcentaje de control de malezas a los 45 dda

N°	Tratamiento	MEDIAS ¹
1	Rinsktork + Cihalofof (T3)	81,0 a
2	Pend + Buta + Bispi (T1)	75,0 a
3	Preti + Pyraz (T2)	39,3 b
Significancia ANDEVA:		**
Coef. de Variación:		15,63

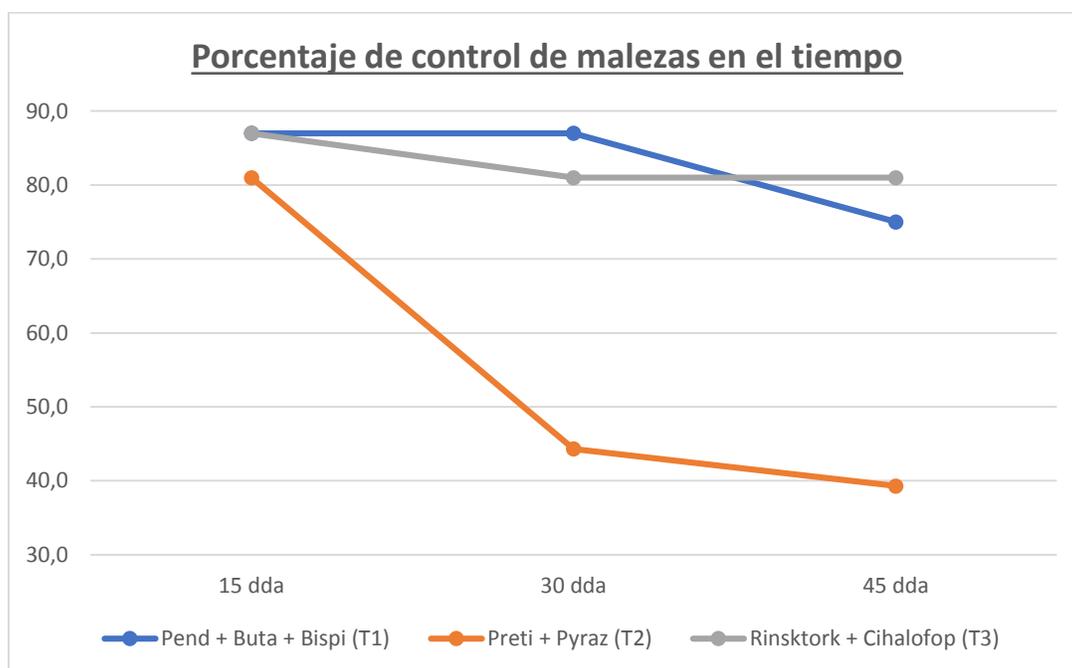
**Diferencias altamente significativas ($p < 0,01$)

¹Medias con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Test Tukey.

Elaborado por: Morán, 2024

Mediante el gráfico N°1 se puede observar la dinámica del control de malezas en el tiempo de cada uno de los tratamientos en estudio, en donde, el porcentaje de control se mantiene en valores altos a los primeros días después de la aplicación, sin embargo, va decayendo un poco a medida que pasan los días, siendo el más afectado el tratamiento con Pretilaclor + Pyrazosulfurom etil (T2).

Gráfico 1. Porcentaje de control de malezas en el tiempo



3.3 Población de malezas por metro cuadrado

Los tratamientos en estudio tuvieron influencia directa en persistencia de malezas por metro cuadrado, según los datos observados todos los tratamientos en estudio realizaron un control de malezas de hoja ancha y ciperáceas de manera eficiente. Sin embargo, en la población de malezas de hoja angosta a los 30 días después de la aplicación se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos en estudio. Los datos presentan cierta confiabilidad ya que mantienen un coeficiente de variación de 25,38%.

Tabla 11. Población de malezas de hoja angosta/m²

N°	Tratamiento	MEDIAS ¹
1	Testigo	33,3 a
2	Preti + Pyraz (T2)	20,0 b
3	Rinsktork + Cihalofof (T3)	10,0 b
4	Pend + Buta + Bispi (T1)	8,3 c
Significancia ANDEVA:		**
Coef. de Variación:		25,38%

**Diferencias altamente significativas ($p < 0,01$)

¹Medias con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Test Tukey.

Elaborado por: Morán, 2024

En la variable de persistencia de malezas de hoja angosta, el testigo sin aplicación tuvo una media más alta de plantas por metro cuadrado. Presuntamente el tratamiento con Pendimetalina + Butaclor + Bispiribac sodium (T1) mantuvo la menor persistencia en cantidad de malezas de hoja angosta, lo que sugiere que el control pudo ser mayor. A su vez, el tratamiento con Rinsktork + Cihalofof butil (T3), mantuvo una media de menor cantidad de malezas. Mientras que el valor de la media para el tratamiento con Pretilaclor + Pyrazosulfurom etil (T2) sugiere que el control no fue tan eficiente a través del tiempo y por ello se presentó mayor persistencia de malezas por metro cuadrado en el tratamiento.

3.4 Porcentaje de eficacia

Aplicando la prueba de eficacia a los tratamientos se pudo observar que los tratamientos presentaron alta diferencia significativa, tal como se detalla en la tabla N° 12. Se puede notar también que la información reporta cierta confiabilidad ya que posee un coeficiente

de variación de 18,69%, lo cual indica que presumiblemente hubo un buen manejo del experimento.

Tabla 12. Porcentaje de eficacia a los 30 días

N°	Tratamiento	MEDIAS ¹
1	Pend + Buta + Bispi (T1)	76,9 a
2	Rinsktork + Cihalofop (T3)	69,7 a
3	Pretilaclor + Pyraz (T2)	39,8 b
Significancia ANDEVA:		**
Coef. de Variación:		18,69%

**Diferencias altamente significativas ($p < 0,01$)

¹Medias con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Test Tukey.

Elaborado por: Morán, 2024

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede determinar que la mayor eficacia lo logró el tratamiento con Pendimetalina + Butaclor + Bispiribac sodium (T1) con un 76,9%, mismo que obtuvo uno de los mayores rendimientos de los tratamientos en estudio. A su vez el tratamiento con Rinsktork + Cihalofop butil (T3) obtuvo una eficacia considerable con la más alta media de rendimientos. Sin embargo, el tratamiento con Pretilaclor + Pyrazosulfurom etil (T2) presentó una baja eficacia la cual aparentemente influyó en los rendimientos.

3.5 Número de macollos por sitio de siembra

Los tratamientos no tuvieron influencia significativa en el número de macollos por sitio de siembra, ya que no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos en estudio, como se puede observar en la tabla N° 13. Desde el punto de vista del manejo del cultivo, los datos presentan cierta confiabilidad, ya que se observa un coeficiente de variación de 9,57%.

Ninguno de los tratamientos en estudio tuvo influencia significativa en el número de macollos por metro cuadrado, esto se puede dar presumiblemente a que la cantidad de malezas no influyó directamente en la capacidad de macollamiento de los tratamientos en estudio.

Tabla 13. Macollos por sitio de siembra

N°	Tratamiento	MEDIAS ¹
1	Preti + Pyraz (T2)	21,5 a
2	Pend + Buta + Bispi (T1)	21,8 a
3	Rinsktork + Cihalofop (T3)	21,0 a
4	Testigo (T4)	18,8 a
Significancia ANDEVA:		Ns
Coef. de Variación:		9,57%

ns: Diferencias No significativas

¹Medias con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Test Tukey.

Elaborado por: Morán, 2024

3.6 Rendimiento

Los tratamientos en estudio tuvieron influencia significativa en el rendimiento como se observa en los datos de la tabla N° 14. Se observan diferencias significativas entre los tratamientos en estudio. Desde el punto de vista de manejo, la información reporta cierta confiabilidad ya que se reporta un coeficiente de variación de 17,47%.

Tabla 14. Rendimiento (kg/ha)

N°	Tratamiento	MEDIAS ¹
1	Rinsktork + Cihalofop (T3)	6897,5 a
2	Pend + Buta + Bispi (T1)	6680,1 a
3	Preti + Pyraz (T2)	5510,2 ab
4	Testigo (T4)	3972,2 b
Significancia ANDEVA:		**
Coef. de Variación:		17,47%

**Diferencias altamente significativas ($p < 0,01$)

¹Medias con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Test Tukey.

Elaborado por: Morán, 2024

Los tratamientos tuvieron influencia directa en los rendimientos, el mayor promedio en rendimientos lo obtuvo el tratamiento Rinsktork + Cihalofop butil (T3) con 6897,5 Kg/ha, seguido del tratamiento: Pendimetalina + Butaclor + Bispiribac sodium (T1) con 6680,1 Kg/ha, sin embargo, no hay diferencia estadística entre ambos tratamientos, por lo cual el uso de cualquiera de las dos mezclas de herbicidas se presume es una excelente opción para el control de malezas, así que la mejor opción a considerar será la que tenga un menor costo. El tratamiento con Pretilaclor + Pyrazosulfurom etil (T2) a pesar de no

conservar persistencia de control en el tiempo tiene un promedio de 5510,2 Kg/ha, teniendo una gran diferencia en consideración con los otros tratamientos en estudio.

3.7 Análisis económico de los tratamientos

De acuerdo con los resultados obtenidos por medio del análisis económico del presupuesto parcial, poniendo los rendimientos ajustados se puede observar que el tratamiento que presenta mayor ingreso económico es el tratamiento: Pendimetalina + Butaclor + Bispiribac sodium (T1) con \$ 2.474,04, seguido del tratamiento: Rinsktork + Cihalofof, con ingresos totales de \$2.473,07. Por su parte el tratamiento con Pretilaclor más Pyrazosulfurom etil tiene un bajo beneficio, lo cual lo hace menos rentable en comparación con los demás tratamientos.

Tabla 15. Análisis económico

	Tratamientos			
	Pend + Buta + Bispi (T1)	Preti + Pyraz (T2)	Rinsktork + Cihalofof (T3)	Testigo (T4)
Rendimiento medio (sacos/ha)		66,8	55,1	68,97
Rendimiento medio ajustado 15% (sacos/ha)		60,1	49,6	62,1
	\$	\$	\$	\$
Beneficios brutos en campo	2.525,04	2.082,78	2.607,07	1.500,66
	\$	\$	\$	
Costos de herbicida (\$)	36,00	42,50	119,00	
	\$	\$	\$	
Costos de aplicación herbicida	15,00	15,00	15,00	
	\$	\$	\$	\$
Total de costos que varían	51,00	57,50	134,00	-
	\$	\$	\$	\$
Ingresos netos (\$/Ha)	2.474,04	2.025,28	2.473,07	1.500,66
	\$	\$	\$	\$
Costos fijos	1.222,60	1.222,60	1.222,60	1.222,60
	\$	\$	\$	\$
Beneficios neto	1.251,44	802,68	1.250,47	278,06

CAPÍTULO 4

DISCUSIÓN

El tratamiento con Florpyrauxifen-benzyl más Cyhalofop obtuvo un control de malezas de un 87%, el cual se mantuvo en el tiempo días después de su aplicación. Lo cual difiere con lo expresado por Miller y Norsworthy (2018), quienes señalaron que el uso de Florpyrauxifen-benzyl lograba un control de malezas mayor al 90% para cada una de las especies en estudio. Incluso se menciona que el control de esta molécula de herbicida sola funcionaba igual o incluso mejor que cualquier herbicida sistémico aplicado solo o en combinación con el mismo Florpyrauxifen-benzyl.

El tratamiento con la mezcla de herbicidas: Pretilachlor mas Pyrazosulfurom etil presentó un menor control de malezas después de la aplicación en comparación con los otros tratamientos (81 %), dicho control fue disminuyendo a lo largo del tiempo, llegando hasta el 38,41% de control, lo cual difiere con lo expresado por Yadav, et al (2018) quienes indican que el porcentaje de control de malezas con la combinación de los herbicidas a los 15 dda es de 94%. Por su parte y otros (2021) señalaron que, el tratamiento correspondiente a Pyrazosulfuron etil más Pretilachlor con la evaluación a los 60 días después de la siembra, presentó que las malezas de hoja ancha tenían más persistencia que las ciperáceas y gramíneas, lo cual difiere con la presente investigación ya que no se observaron en grandes cantidades las malezas de hoja ancha.

El tratamiento con la mezcla de herbicidas Pendimetalina + Butaclor y Bispiribac sodium presenta un porcentaje de control a los 15 días de un 87%, manteniéndose en el tiempo el control del 81% al llegar a los 45 días después de la aplicación, lo cual difiere al principio con Vargas (2013) quien señala que, a los 35 días después de la aplicación el porcentaje de control de la mezcla de herbicidas fue del 95%, sin embargo, también menciona que a los 55 días dda, el porcentaje de control se mantiene en un 84%.

Los resultados del tratamiento de la presente investigación: Pretilachlor mas Pyrazosulfurom etil también concuerdan con lo expresado por Jehangir, y otros (2018) quienes señalaban que el control de malezas por la mezcla de herbicidas era del 70 al 79%.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos en el ensayo experimental se puede concluir los siguiente:

- El tratamiento que presentó mayor eficacia para el control de malezas fue el tratamiento con la mezcla de herbicidas: Pendimetalina, Butaclor y Bispiribac sodium (T1) con 76,9 % de control.
- El tratamiento que presentó menor toxicidad en el cultivo fue Florpyrauxifen-benzyl más Cyhalofop (T2)
- No se encontró diferencias significativas para el control de malezas entre las mezclas: Pendimetalina, Butaclor y Bispiribac sodium y; Florpyrauxifen-benzyl más Cyhalofop.
- De acuerdo con el análisis económico de los tratamientos en estudio, el tratamiento que genera un mayor beneficio es Pendimetalina + Butaclor + Bispiribac sodium (T1) con \$ 2.474,04.
- El tratamiento que presentó mayores rendimientos fue el tratamiento Florpyrauxifen-benzyl más Cyhalofop (T2) con un total de 6897,5 a Kg/ha.

CAPÍTULO 6

RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en el ensayo experimental se puede recomendar los siguiente:

- Utilizar la mezcla Pendimetalina + Butaclor + Bispiribac sodium (T1), para control de malezas en el cultivo de arroz
- Realizar el experimento evaluando nuevos métodos de aplicación de herbicidas (uso del dron), para ver su efectividad de control a nivel comercial.
- Evaluar dosis de la mezcla de herbicidas para determinar la dosis más idónea con el fin de abaratar costos de producción.
- Evaluar el experimento por sistema de siembra directo (voleo).
- Ampliar el número de tratamientos para saber la respuesta de control de malezas a diferentes mezclas de moléculas.
- Evaluar diferentes métodos de control de malezas (preemergencia, post emergencia temprana, post emergencia tardía) para así tener más alternativas de control.
- Establecer un programa de aplicación de herbicidas con el fin de rotar los grupos químicos de herbicidas y sus diferentes modos de acción.

Bibliografía

ADAMA. (2019). *Ficha técnica pendimetalina*.

AGROCALIDAD. (2019). *AGROCALIDAD*. Recuperado el 07 de Julio de 2023, de <https://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu169043.pdf>

ALAM. (2020). *Revista de la Asociación Latinoamericana de Malezas. Resumen del panel sobre métodos para la evaluación de ensayos en control de malezas en Latinoamérica*.

BAYER. (2022). *BAYER ECUADOR*. Obtenido de <https://www.agro.bayer.ec/es-ec/cultivos/arroz.html>

Chadha, A., Florentine, S., Turville, C., & Dowlin, K. (2022). Evaluation of Florpyrauxifen-benzyl for the control of *Cyperus aromaticus* (Navua sedge). *Advances in weed science*.

CIAT. (2019). *Los herbicidas: modo de actuar y síntomas de toxicidad*.

CORTEVA . (2022). *Ficha técnica herbicida xevelo*.

Damalas, C. A., & Koutroubas, S. D. (2020). Herbicide-resistant barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in global rice production . *Weed biology and management*, 11.

Dayan, F. E., Barker, A., Bough, R., Ortiz, M., & Takano, H. (2019). Herbicide mechanisms of action and resistance. En *In Comprehensive Biotechnology* (págs. 36-48).

EDIFARM . (2019). *Vademecum Agrícola*.

EPPO. (28 de Octubre de 2020). *EPPO Global Database*. Obtenido de <https://gd.eppo.int/taxon/ORYSA>

FAO. (2020). *FAO* . Obtenido de FAO: <https://www.fao.org/3/t1147s/t1147s05.htm>

FAO. (2022). *Food and Agriculture Organization*. Obtenido de <https://www.fao.org/faostat/en/#data>

FARMAGRO. (2020). *FARMAGRO*. Obtenido de http://www.farmagro.com.pe/media_farmagro/uploads/ficha_tecnica/ficha_tecnica_-_herbafol.pdf

FEDEARROZ. (2019). *El Manejo de las malezas en el programa AMTEC*.

Gaines, T. A., S. O., Morran, S., Carlos Rigon, P. J., A. K., & Dayan, F. E. (2020). Mechanisms of evolved herbicide resistance. 1.

Garcés, G., & Medina, J. (2019). *La fisiología del cultivo de arroz*. FEDEARROZ.

Hube, S., Alfaro, M., Ramírez, L., Donoso, G., & Paredes, M. (2019). *Manual de producción de arroz: Buenas Prácticas agrícolas*. Santiago: Gráfica Andes Impresores.

IVIA. (2019). *Manual de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de arroz*. Valencia.

Jehangir, I. A., Hussain, A., Sofi, N. R., 1, S. H., Ali, O. M., Latef, A. A., . . . Bhat, A. (2021). Crop Establishment Methods and Weed Management Practices Affect Grain Yield and Weed Dynamics in Temperate Rice. *MDPI*, 14.

Jehangir, I. A., Hussain, A., Sofi, N. R., Wani, S., Ali, O. M., Hamed, A. A., . . . Raja, W. (2018). Crop Establishment Methods and Weed Management Practices Affect Grain Yield and Weed Dynamics in Temperate Rice. *MDPI*, 6-7.

Kniss, A. (2019). Genetically engineered herbicide-resistant crops and herbicide-resistant weed evolution in the United States. *Weed Science of America*, 14.

Lancaster, S., Fick, W., Currie, R., & Kumar, V. (2023). *2023 Weed chemical Control for fields crops, pastures, rangeland and noncropland*. Kansas: Kansas State University.

Lancaster, S., Jugulam, M., & Jones, J. F. (2021). *Herbicide mode of action*. Kansas State University.

Manna, S., Singh, N., Purakayastha, T., & Berns, A. (2020). Effect of deashing on physico-chemical properties of wheat and rice straw biochars and potential sorption of pyrazosulfuron-ethyl. *Arabian Journal of chemistry*, 2.

Miller, M., Norsworthy, J., & Scott, R. (2019). Evaluation of florpyrauxifen-benzyl on herbicide-resistant and herbicide susceptible barnyardgrass accessions. *Weed Science society of America*, 126-134.

Miller, R., & Norsworthy, J. K. (2018). Florpyrauxifen-benzyl Weed Control Spectrum and Tank-Mix Compatibility with other Commonly Applied Herbicides in Rice. *Weed Science Society of America*, 4-6.

Paredes, M., Becerra, V., & Donoso, G. (2021). *100 años del cultivo de arroz en Chile en un contexto internacional 1920-2020*. Chillán Chile: Libro INIA N°40.

Peñaherra, L. (2007). Mezcla de herbicidas en arroz: Guía de procedimiento. Guayas.

Peterson, D., Regehr, D., Thompson, C., & Al-Khatib, K. (2021). *Herbicide Mode of Action*. Kansas State University.

Rigona, C. A., Cutti, L., Turra, G. M., Ferreira, E. Z., Menegaz, C., Schaidhauer, W., . . . Merotto, A. (2023). Recurrent Selection of *Echinochloa crus-galli* with a Herbicide Mixture Reduces Progeny Sensitivity. *ACB Publications*.

Rosales, E., & Sánchez, R. (2019). *Clasificación y uso de herbicidas por su modo de acción*.

Shekhawat, K., Rathore, S. S., & Chauhan, B. S. (2020). Weed Management in Dry Direct-Seeded Rice: A Review on Challenges and Opportunities for Sustainable Rice Production. *MDPI*, 19.

SIPA. (2022). *Boletín situacional cultivo de arroz*. Quito. Obtenido de <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/arroz/boletines-situacionales-arroz-ecuador>

STATISTA. (21 de MARZO de 2023). *Statista*. Obtenido de <https://es.statista.com/estadisticas/598933/principales-productores-de-arroz-con-cascara-en-el-mundo/#statisticContainer>

TQC. (Junio de 2021). *Tecnología química y comercio*. Obtenido de https://www.tqc.com.pe/wp-content/uploads/2021/06/RIFIT-500-EC_Ficha-Tecnica-1.pdf

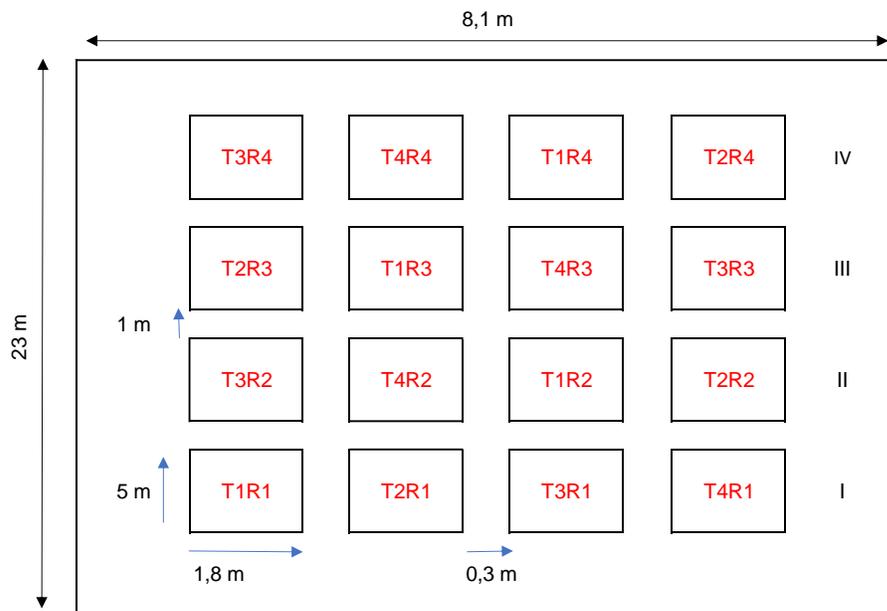
Velásquez, J., Bundt, A., Camargo, E., Andres, A., Viana, V., Hoyos, V., . . . de Avila, L. (2021). Florpyrauxifen-Benzyl Selectivity to Rice. *MDPI*, 19.

Yadav, D. B., Yadav, A., Punia, S., Singh, N., & Duhan, A. (2018). Pretilachlor + pyrazosulfuron-ethyl (ready-mix) against complex weed. *Indian Journal Weed of Science*, 257-261. doi:10.5958/0974-8164.2018.00055.2

Anexos



Anexo 1. Sitio de la experimentación



Anexo 2. Croquis de ensayo

A



B



C



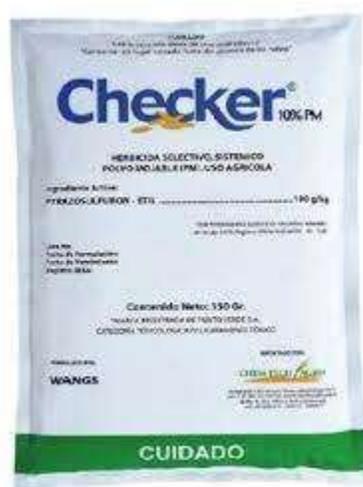
D



E



F



A) Butaclor

B) Pendimetalina

C) Bispiribac sodium

D) Florpyrauxifen-benzyl + Cyhalofop

E) Pretilachlor

F) Pyrazosulfurom etil

Anexo 3. Nombres Comerciales y sus ingredientes activos

Anexo 4. Fotografías

Instalación de ensayo



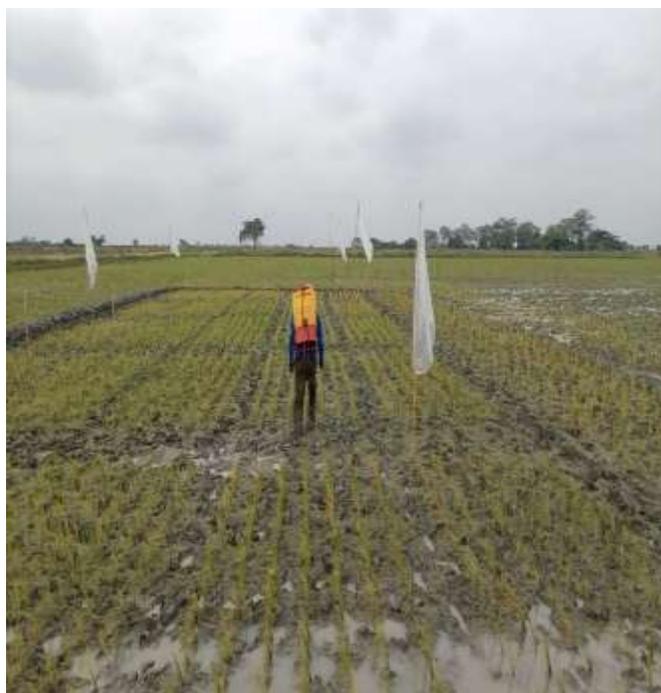
Siembra de ensayo



Ensayo establecido en campo



Aplicación de tratamientos en estudio



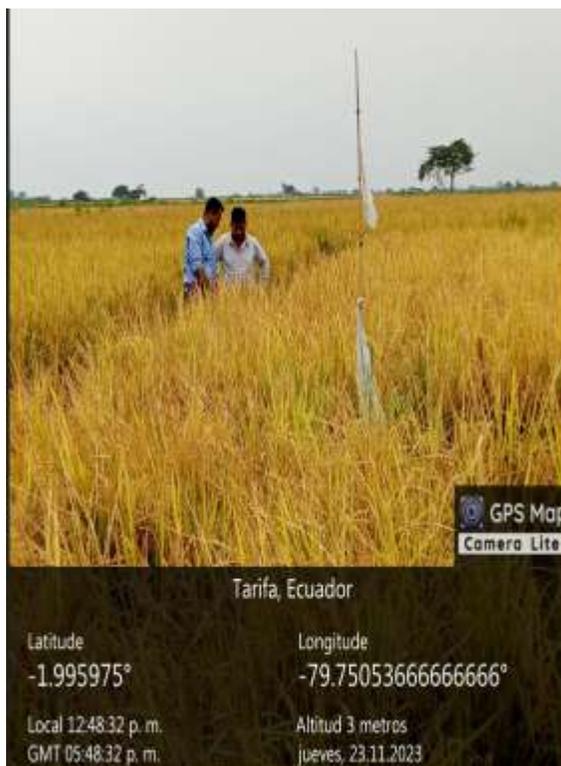
Evaluación en ensayos



Evaluación en ensayos y desarrollo de ensayo en campo



Visita del tutor a ensayo experimental



Labor de cosecha de ensayo experimental



Toma de datos de peso y humedad para cálculo de rendimientos



ANÁLISIS DE LA VARIANZA

CUADROS ANDEVA

Toxicidad (7dda)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Tox C (7dda)	16	0,93	0,88	28,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	37,00	6	6,17	18,50	0,0001
TRATAMIENTO	34,00	3	11,33	34,00	<0,0001
REPETICION	3,00	3	1,00	3,00	0,0877
Error	3,00	9	0,33		
Total	40,00	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,27447

Error: 0,3333 gl: 9

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1: Pend + Buta + Bispi	4,00	4	0,29 A
T2: Preti + Pyraz	2,50	4	0,29 B
T3: Rinsktork + Cihalofop	1,50	4	0,29 B
T4: Testigo	0,00	4	0,29 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Control de malezas (15dda) %

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CM(15dda) %	16	0,99	0,98	9,41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	21879,00	6	3646,50	101,29	<0,0001
TRATAMIENTO	21771,00	3	7257,00	201,58	<0,0001
REPETICION	108,00	3	36,00	1,00	0,4363
Error	324,00	9	36,00		
Total	22203,00	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=13,24467

Error: 36,0000 gl: 9

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1: Pend + Buta + Bispi	87,00	4	3,00 A
T3: Rinsktork + Cihalofop	87,00	4	3,00 A
T2: Preti + Pyraz	81,00	4	3,00 A
T4: Testigo	0,00	4	3,00 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Control de malezas (30dda) %

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CM(30dda) %	16	0,97	0,95	15,39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	19602,38	6	3267,06	48,96	<0,0001
TRATAMIENTO	19302,19	3	6434,06	96,42	<0,0001
REPETICION	300,19	3	100,06	1,50	0,2798
Error	600,56	9	66,73		
Total	20202,94	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=18,03216

Error: 66,7292 gl: 9

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T1: Pend + Buta + Bispi	87,00	4	4,08 A
T3: Rinsktork + Cihalofop	81,00	4	4,08 A
T2: Preti + Pyraz	44,25	4	4,08 B
T4: Testigo	0,00	4	4,08 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Control de malezas (45dda)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CM(45dda)	16	0,95	0,91	22,50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17670,00	6	2945,00	26,06	<0,0001
TRATAMIENTO	17379,00	3	5793,00	51,27	<0,0001
REPETICION	291,00	3	97,00	0,86	0,4969
Error	1017,00	9	113,00		
Total	18687,00	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=23,46546

Error: 113,0000 gl: 9

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3: Rinsktork + Cihalofop	81,00	4	5,32 A
T1: Pend + Buta + Bispi	75,00	4	5,32 A
T2: Preti + Pyraz	33,00	4	5,32 B
T4: Testigo	0,00	4	5,32 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Población de malezas (30 dda)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PMHANGOSTA(30 dda)	16	0,91	0,86	25,38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1950,50	6	325,08	15,79	0,0003
TRATAMIENTO	1582,25	3	527,42	25,62	0,0001
REPETICION	368,25	3	122,75	5,96	0,0160
Error	185,25	9	20,58		
Total	2135,75	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=10,01493

Error: 20,5833 gl: 9

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T4: Testigo	33,25	4	2,27 A
T2: Preti + Pyraz	20,00	4	2,27 B
T3: Rinsktork + Cihalofop	10,00	4	2,27 B C
T1: Pend + Buta + Bispi	8,25	4	2,27 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Porcentaje de eficacia**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Eficacia	12	0,85	0,73	18,69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4761,26	5	952,25	7,07	0,0169
Tratamiento	3100,82	2	1550,41	11,51	0,0088
Repeticion	1660,45	3	553,48	4,11	0,0666
Error	807,86	6	134,64		
Total	5569,12	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=25,17510

Error: 134,6431 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1: Pend + Buta + Bispi	76,88	4	5,80 A
T3: Rinsktork + Cihalofop	69,68	4	5,80 A
T2: Preti + Pyraz	39,75	4	5,80 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Macollos por sitio de siembra

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Macollos por sitio de siem..	16	0,74	0,57	9,57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	103,50	6	17,25	4,37	0,0241
TRATAMIENTO	22,50	3	7,50	1,90	0,1999
REPETICION	81,00	3	27,00	6,85	0,0107
Error	35,50	9	3,94		
Total	139,00	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,38412

Error: 3,9444 gl: 9

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T2: Preti + Pyraz	21,75	4	0,99 A
T1: Pend + Buta + Bispi	21,50	4	0,99 A
T3: Rinsktork + Cihalofop	21,00	4	0,99 A
T4: Testigo	18,75	4	0,99 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Rendimiento Kg/ha**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento	16	0,74	0,57	17,47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	26618631,71	6	4436438,62	4,37	0,0241
TRATAMIENTO	21595492,92	3	7198497,64	7,09	0,0096
REPETICION	5023138,79	3	1674379,60	1,65	0,2461
Error	9133100,81	9	1014788,98		
Total	35751732,52	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2223,70808

Error: 1014788,9789 gl: 9

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T3: Rinsktork + Cihalofop	6897,52	4	503,68 A
T1: Pend + Buta + Bispi	6680,09	4	503,68 A
T2: Preti + Pyraz	5510,19	4	503,68 A B
T4: Testigo	3972,25	4	503,68 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)