



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

Centro Universitario Regional UNA -Juigalpa

Trabajo de Tesis

**Control de malezas gramíneas Echinochloa sp y
Leptochlola sp a través de herbicidas selectivos en el
cultivo del arroz (Oryza sativa L.) Agrícola
Miramontes S.A. 2024**

Autor(es)

Br. Howard Ronaldo Toledo Briceño

Br. Eva Verónica Obando

Asesor(es)

MSc. Noel Duarte Rivas

MSc. Juan Carlos Fernandez Alvarez

Juigalpa Nicaragua

Agosto , 2026



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

Centro Universitario Regional UNA -Juigalpa

Trabajo de Tesis

**Control de malezas gramíneas Echinochloa sp y
Leptochlola sp a través de herbicidas selectivos en el
cultivo del arroz (Oryza sativa L.) Agrícola
Miramontes S.A. 2024**

Autores

Br. Howard Ronaldo Toledo Briceño

Br. Eva Verónica Obando

Asesores

MSc. Noel Duarte Rivas

MSc. Juan Carlos Fernandez Alvarez

**Presentado a la consideración del honorable comité
evaluador como requisito final para optar al grado
de Ingeniero Agrónomo**

Juigalpa Nicaragua

Septiembre, 2026

Aval

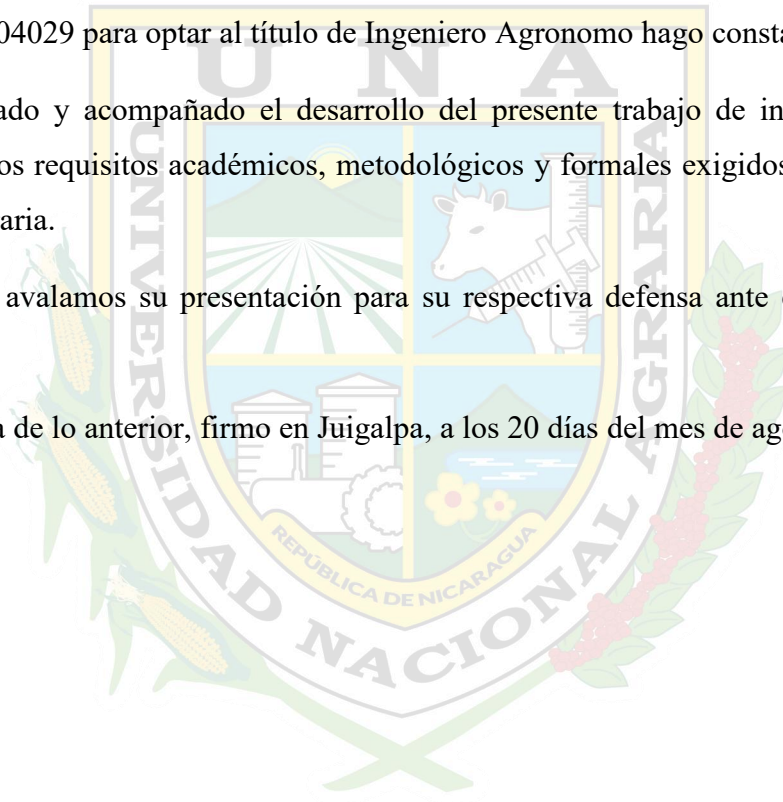
Yo, Noel Duarte Rivas, Juan Carlos Fernandez Alvarez en calidad de asesor(a) de la Forma de Culminación de Estudios del tipo tesis, titulada:Control de malezas gramineas echinocloa sp y leptochloa sp atraves de herbicidas selectivos en el cultivo de arroz (Oriza sativa L.)Agricola Miramontes S.A. 2024

Centro Universitario Regional UNA -Juigalpa. Elaborada por los estudiantes , Eva Veronica Obando y Howard Ronaldo Toledo Briceño identificados(a) con el código único de persona 6CEA5DF5 ,65948B53, cedula 365-060998-1001A y 121-300988-0003D y carné 18040047,1104029 para optar al título de Ingeniero Agronomo hago constar que:

Hemos revisado y acompañado el desarrollo del presente trabajo de investigación, el cual cumple con los requisitos académicos, metodológicos y formales exigidos por la Universidad Nacional Agraria.

Por lo tanto, avalamos su presentación para su respectiva defensa ante el comité evaluador designado.

En constancia de lo anterior, firmo en Juigalpa, a los 20 días del mes de agosto del año 2026.



Miembros del Comité Evaluador

Ing. Luis Elimardo Granja

grado académico y nombre

Presidente

Ing. Thais Moncada Fletes

grado académico y nombre

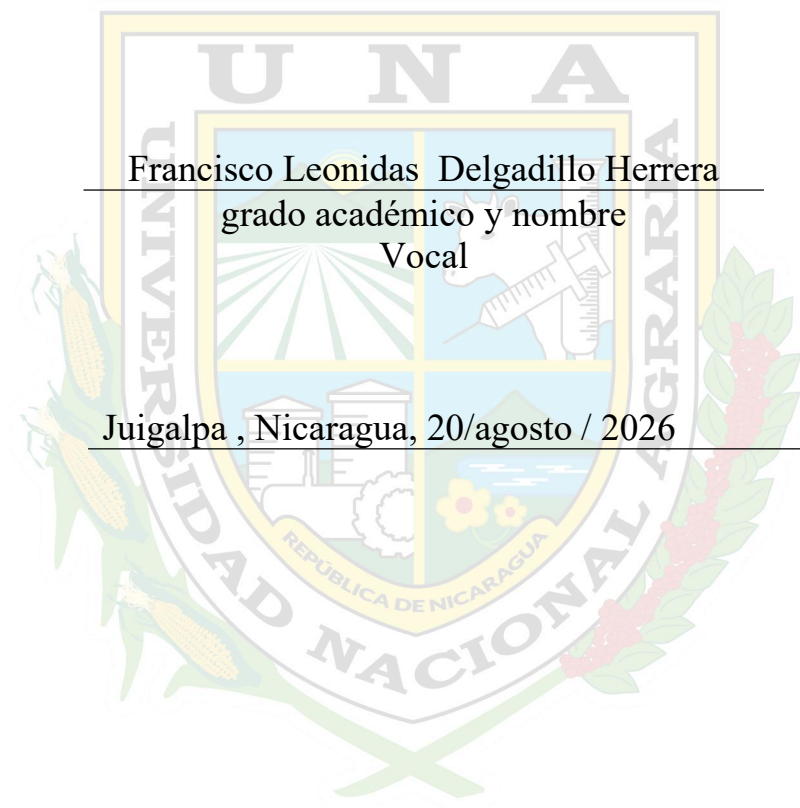
Secretario

Francisco Leonidas Delgadillo Herrera

grado académico y nombre

Vocal

Juigalpa , Nicaragua, 20/agosto / 2026



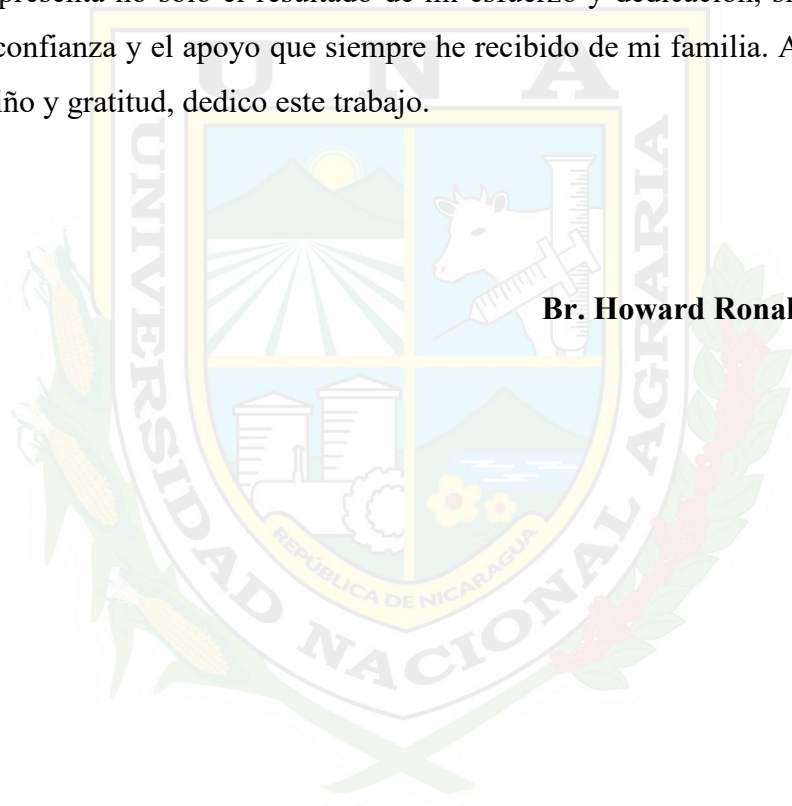
DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mi familia, por ser el pilar fundamental de mi vida y por acompañarme de manera incondicional durante todo este proceso de formación profesional.

A mis padres, por su amor, esfuerzo, consejos y enseñanzas, que han sido fundamentales para alcanzar cada una de mis metas. A mis seres queridos, por brindarme su apoyo, comprensión y palabras de motivación en los momentos de mayor dificultad.

Este logro representa no solo el resultado de mi esfuerzo y dedicación, sino también el fruto del amor, la confianza y el apoyo que siempre he recibido de mi familia. A todos ustedes, con profundo cariño y gratitud, dedico este trabajo.

Br. Howard Ronaldo Toledo Briceño



DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación, en primer lugar, a Dios, por brindarme la fortaleza, sabiduría y perseverancia necesarias para alcanzar esta meta y permitirme culminar satisfactoriamente esta etapa de mi formación profesional.

A mi familia, por ser mi principal fuente de inspiración y apoyo incondicional. Gracias por acompañarme en cada momento de este camino, por sus palabras de ánimo, sus consejos, su paciencia y por creer en mí aun en aquellos momentos en los que las dificultades parecían hacer más difícil el camino.

A mis padres, por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo, la responsabilidad y la perseverancia; por estar presentes en cada uno de mis logros y por motivarme siempre a seguir adelante.

Con todo mi amor y gratitud, esta tesis es para ustedes.

Br. Eva Verónica Obando



AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a mis padres por su valioso apoyo, acompañamiento y disposición durante el desarrollo de este proceso. Su compromiso y colaboración fueron fundamentales para alcanzar los objetivos propuestos y contribuir al fortalecimiento de la formación académica.

Agradezco especialmente a los docentes, por compartir sus conocimientos, brindar orientación y acompañar con dedicación cada etapa de este trabajo. Sus aportes, recomendaciones y experiencias enriquecieron significativamente el proceso de investigación y permitieron avanzar con responsabilidad y compromiso hacia la culminación de este estudio.

A todos ellos, mi profundo reconocimiento y gratitud por ser parte importante de este logro académico.

Br. Howard Ronaldo Toledo Briceño



AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero agradecimiento a mis

padres, por su disposición, colaboración y acompañamiento durante el desarrollo de esta investigación. Su participación y compromiso fueron fundamentales para facilitar el proceso de recopilación de información y contribuir al cumplimiento de los objetivos planteados en el estudio.

De manera especial, agradezco a los **docentes**, por su disposición para colaborar, compartir sus conocimientos y experiencias, así como por los aportes brindados durante el desarrollo de la investigación. Su acompañamiento y orientación fueron elementos valiosos para enriquecer el análisis y favorecer la construcción de los resultados obtenidos.

A todas las personas que, de manera directa o indirecta, contribuyeron al desarrollo y culminación de esta investigación, expreso mi profundo reconocimiento y gratitud.

Br. Eva Verónica Obando



ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO	v
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
Palabras clave: herbicidas selectivos, fitotoxicidad, Arroz de riego	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.1. Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	12
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
1. Plantas vivas de <i>Echinochloa</i> spp.	23
2. Plantas muertas de <i>Echinochloa</i> spp.	23
3. Plantas vivas de <i>Leptochloa</i> spp.	24
4. Plantas muertas de <i>Leptochloa</i> spp.	25
5. Fitotoxicidad en % de la población de arroz	25
6. Mortalidad de la población de arroz	26
7. Población de plantas	28
9. Altura de planta	29
10. Rendimiento	30
VI. CONCLUSIONES	32
VII. RECOMENDACIONES	33
VIII. LITERATURA CITADA	34
IX. Cronograma de Actividades	43
X. PLANO NO CAMPO	43
XI. ANEXOS	47

¡Error! Marcador no definido.



ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Tabla 1. Morán y Meza (2023, p.4) mencionan la siguiente taxonomía del arroz	4
2.	Tabla 2. Malezas gramíneas del cultivo de arroz	7
3.	Tabla 3. Variables asociadas al control de malezas de cinco tratamientos químicos en el cultivo de arroz de riego	21
4.	Tabla 4. Efecto de cinco herbicidas sobre el crecimiento y rendimiento de grano en el cultivo de arroz de riego.	27
5	Tabla 5. Ejemplo de ficha de campo para el levantamiento de numero de macollos del cultivo por tratamiento	48

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Tabla 5. Ejemplo de ficha de campo para el levantamiento de numero de macollos del cultivo por tratamiento	48



RESUMEN

La presente investigación evaluó el efecto de cuatro herbicidas selectivos sobre el control de malezas gramíneas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo condiciones de riego en la empresa Agrícola Miramontes S.A. durante el año 2024. Los objetivos principales fueron analizar la eficiencia de los herbicidas en el control de las malezas gramíneas *Echinochloa spp.* y *Leptochloa spp.*, determinar su nivel de fitotoxicidad sobre el cultivo y cuantificar su impacto en el rendimiento del grano. Las variables tomadas fueron: plantas vivas, muertas de *Echinochloa* *Leptochloa*, fitotoxicidad, Mortalidad de plantas de arroz, macollamiento, altura de planta y rendimiento kg ha⁻¹. El diseño utilizado fue un Diseño de Bloques Completos al Azar. Se utilizó análisis de varianza para las variables que cumplieron con homogeneidad, normalidad e independencia. Las variables que no cumplieron con los supuestos se realizó un análisis no paramétrico Friedman. Los resultados evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. La mezcla **Propanil 48 % + Dakota + Yoga** mostró el mejor desempeño en el control de *Echinochloa spp.*, registrando la menor cantidad de plantas vivas y la mayor mortalidad de esta maleza. Por su parte, el herbicida **Snap** obtuvo la mayor mortalidad de *Leptochloa spp.*, aunque también generó niveles elevados de fitotoxicidad sobre el cultivo. En cuanto a la selectividad, **Hyperion** y **Snap** provocaron los mayores porcentajes de fitotoxicidad y mortalidad en plantas de arroz, indicando un mayor riesgo de daño al cultivo. En contraste, **Propanil 48 % + Dakota + Yoga** presentó los menores niveles de afectación fisiológica, destacándose por su mayor seguridad agronómica. Respecto al macollamiento y el rendimiento el mayor rendimiento se obtuvo con **Propanil 48 % + Dakota + Yoga**, alcanzando 150 qq mz⁻¹, seguido de Hyperion con 143 qq mz⁻¹. Este tratamiento superó al testigo en aproximadamente un 26.1 %, confirmando que un control eficiente de malezas permite mejorar significativamente la productividad del cultivo de arroz.

Palabras clave: herbicidas selectivos, fitotoxicidad, Arroz de riego



ABSTRACT

This study evaluated the effectiveness of four selective herbicides for the control of grass weeds in irrigated rice (*Oryza sativa* L.) cultivated at Agrícola Miramontes S.A. during the 2024 growing season. The main objectives were to assess herbicide efficacy against the grass weed species *Echinochloa spp.* and *Leptochloa spp.*, determine their phytotoxic effects on the crop, and quantify their impact on grain yield. The variables evaluated included live and dead plants of *Echinochloa spp.* and *Leptochloa spp.*, phytotoxicity, rice plant mortality, tillering, plant height, and grain yield. A Randomized Complete Block Design (RCBD) was employed. Data meeting the assumptions of normality, homogeneity of variance, and independence were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA), whereas variables that did not satisfy these assumptions were subjected to the non-parametric Friedman test. The results revealed significant differences among the herbicide treatments. The combination **Propanil 48% + Dakota + Yoga** exhibited the highest efficacy in controlling *Echinochloa spp.*, resulting in the lowest number of surviving plants and the highest mortality rates for this weed species. Additionally, it produced the lowest survival of *Leptochloa spp.* while maintaining low phytotoxicity levels. In contrast, the herbicide **Snap** achieved the highest mortality of *Leptochloa spp.* but also caused considerable phytotoxic effects on rice plants. Regarding crop selectivity, **Hyperion** and **Snap** generated the highest levels of phytotoxicity and rice plant mortality, indicating a greater risk of crop injury. Conversely, **Propanil 48% + Dakota + Yoga** exhibited the lowest physiological damage and the highest degree of crop safety. Concerning agronomic performance, tillering and grain yield were significantly influenced by the herbicide treatments. The highest grain yield was obtained with **Propanil 48% + Dakota + Yoga**, reaching **150 qq mz⁻¹**, followed by **Hyperion** with **143 qq mz⁻¹**. This treatment exceeded the untreated control by approximately **26.1%**, demonstrating that effective weed management can substantially enhance rice productivity. The findings indicate that **Propanil 48% + Dakota + Yoga** represents the most effective and agronomically safe option among the evaluated treatments, providing superior weed control while minimizing adverse effects on the rice crop and maximizing grain yield.

Keywords: Selective herbicides, phytotoxicity, irrigated rice.



I. INTRODUCCIÓN

La importancia del arroz a nivel mundial es que alimenta a la mayor parte del mundo, contribuyendo a la seguridad alimentaria previniendo el hambre y la desnutrición. También es fuente generadora de empleos debido a que es exigente en labores intensivas por lo que requiere de bastante mano de obra. Además, es pilar clave en la economía debido a sus exportaciones mundiales que generan un promedio de \$ 20,000,000 anualmente. Por último, es materia prima en productos industriales como cosméticos, papel y alcoholes (Delso Fertilizantes Grupo [DFGRUPO], 2023, párr.2-7)

En Nicaragua, el arroz es uno de los cultivos más importante a nivel nacional, siendo uno de los principales alimentos en la dieta de los nicaragüenses. Su aporte energético dentro de la canasta básica es del 14%. La actividad arrocería genera actualmente el 63% de la producción lo que equivale a 190.70 millones de dólares a nivel nacional y genera alrededor de 75 mil puestos de trabajo directos o indirectos al año (García y Maradiaga, 2015, p.4)

Las malezas de la familia poaceas o gramíneas se encuentran entre los factores más limitantes de la producción de arroz compitiendo por dióxido de carbono, luz, agua y nutrientes. También, esta familia de malezas producen sustancias alelopáticas afectando el crecimiento normal del cultivo y son hospederas de plagas y enfermedades. A esta familia de malezas pertenecen las malezas *Echinochloa colona*, *Echinochloa crusgalli*, *Ischaemum rugosum*, *Leptochloa* spp y formas no comerciales de *Oryza sativa* (arrocillo y arroz rojo) (Cadena et. al., 2020, p.69)

Entre los métodos de control de malezas el que mejor resultado ha dado es el producto químico. Para la aplicación del herbicida sobre el cultivo es necesario conocer las características vegetativas tanto del cultivo como de la maleza. Es recomendable conocer la selectividad, dosis y método de aplicación de los herbicidas, por tanto, hay que tomar en cuenta las recomendaciones planteadas en ficha técnica del producto (Vargas, 2013, págs.1, 3)

En los monocultivos intensivos a gran escala del cultivo de arroz, el mejor método para el control de malezas es el control químico, debido a que este control ha demostrado ser eficaz y de rápida acción. Antes de aplicar un herbicida es de suma importancia leer la ficha técnica del producto para conocer sus características (ingrediente activo, compatibilidad, fitotoxicidad y

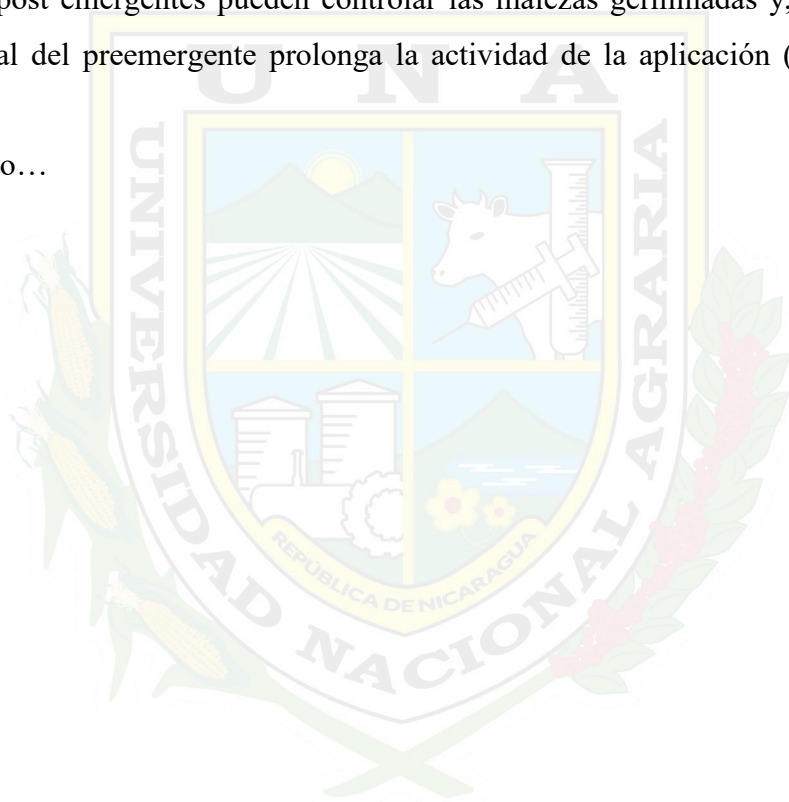


periodo residual) y dosificaciones, con el objetivo de realizar una correcta aplicación con dosis apropiadas (Acostha, 2012, p.8)

Clomazone es un herbicida graminicida pre y post emergente selectivo, destacado por su excelente control residual en el manejo de malezas de la familia poaceas (antes llamadas gramíneas) anuales y algunas latifoliadas (hojas ancha) (Laguna-Dávila y Alemán, 2018, p.71)

Cuando se mezclan algunos herbicidas se reduce el costo del control de las malezas y los efectos tóxicos de ciertos productos, pues se pueden emplear dosis más bajas y controlar al mismo tiempo malezas de diferentes características. Los herbicidas preemergentes mezclados con algunos post emergentes pueden controlar las malezas germinadas y, adicionalmente, el efecto residual del preemergente prolonga la actividad de la aplicación (Arias et. al., 1991, p.91)

Continúa texto...



II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de cuadro herbicidas selectivos sobre malezas gramíneas Echinochloa sp y Leptochloa sp en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) en la empresa arrocera Agrícola Miramontes S.A.

2.1. Objetivos específicos

Analizar la eficiencia de los herbicidas sobre el control de malezas gramíneas Echinochloa sp y Leptochloa sp en el cultivo del arroz

Medir el efecto del control de malezas Echinochloa sp y Leptochloa sp sobre la aplicación de cuatro herbicidas a través del rendimiento de grano del cultivo de arroz de riego.

Determinar la toxicidad de los herbicidas selectivos en el cultivo de arroz de riego

III. MARCO DE REFERENCIA

1.1.Origen

El origen de la especie *Oryza sativa* L. se conoce que es del continente asiático debido a que de ahí tiene sus raíces su ancestro silvestre, sin embargo, no se conoce con precisa exactitud su lugar de origen, como tal. Las evidencias apuntan que su centro de origen se encuentra entre la antigua península de Indochina (hoy ocupada por Vietnam, Camboya y Laos) o el valle del río Yangtzé Kiang, en China (Degiovanni et. al., 2010, p.36)

1.2.Taxonomía

Tabla 1. Morán y Meza (2023, p.4) mencionan la siguiente taxonomía del arroz

Clase:	Monocotiledónea
Orden:	Glumifora
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Panicoideas
Tribu:	Oryzae
Subtribu:	Oryzineas
Genero:	Oryza
Especie:	Sativa
Nombre científico:	<i>Oryza Sativa</i> L

1.3.Fenología

La cultivo de arroz es de ciclo corto por su proceso fisiológico completo (desde la germinación hasta la madurez de la semilla). Su ciclo se divide en dos fases, la primer es la fase vegetativa (V) que va desde la germinación de la semilla (V1), al día 3 la plántula ya está formada (V2), a los 18 empieza el macollamiento (V3) hasta completar la etapa de elongamiento del tallo (60 a 80 días). Posteriormente inicia la fase reproductiva (R) a partir de la cual aparece la panícula (31 días) dando paso a la floración. Es importante mencionar que los días varían de acuerdo a la variedad utilizada (Moreno, 2015, pp.10-11)

1.4.Aspectos morfológicos

1.4.1. Raíz

La planta de arroz posee dos tipos de raíces, las primeras que emergen se llaman seminales o temporales y luego surgen las secundarias llamadas adventicias o permanentes. Las raíces seminales tienen un periodo de vida corto y son poco ramificadas. Luego estas son reemplazadas por las raíces adventicias, las cuales brotan de los nudos subterráneos de los tallos jóvenes que primeramente son blancas, poco ramificadas y gruesas; cuando la planta crece, se alargan, adelgazan, flácidas y se ramifican (Centro Internacional de Agricultura Tropical [CIAT], 2005, pp.4-5)

1.4.2. Tallo

El tallo de la planta de arroz es redondo, cilíndrico y hueco compuesto de nudos y entrenudos. Los entrenudos de la base no se elongan, esto hace que la base del tallo sea sólida. Del tallo se origina un hijo el cual es otro tallo con sus hojas, esto indica que la etapa de macollamiento ha iniciado, es importante mencionar que los hijos no se desarrollan en orden alterno al tallo principal (Ruiz, 2011, p.13)

1.4.3. Hoja

Las hojas de la planta de arroz está compuesta por las siguientes partes: el prófido que es el nombre que recibe la primera hoja que aparece se caracteriza por no poseer lamina. Luego la vaina que es la que envuelve el entrenudo y el nudo siguiente. Posteriormente se encuentra la lígula se reconoce por ser triangular apergaminada o membranosa que aparece en la base del cuello. Por último, se encuentran las aurículas que son dos apéndices que se encuentran en el cuello, tienen forma de hoz, con pequeños dientes en la parte convexa (CIAT, 2005, pp.7-8)

1.4.4. Flor

Las flores se encuentran en el extremo de los tallos formando la panícula. La panícula es el conjunto de flores y mide de 5 a 15 cm de largo, al principio es erecta y se cura conforme los granos maduran. Además, posee un raquis compuesto por ramas primarias y secundarias en las que se inserta las espiguillas uniflorales (flores hermafroditas), cada espiguilla al ser fecundada origina un grano el cual es un cariósido (Díaz y Granados, 2012, p.7)



1.4.5. Fruto o semilla

El grano de arroz es un ovario maduro, seco e indehisciente, llamado cariósido, está cubierto o protegido por una lemma y la palea, conocidas comúnmente como cascara. El embrión se encuentra ubicado en el lado ventral cerca de la lemma (cascara) y el endospermo cuya función es alimentar al embrión en la etapa de germinación (Alvarado, 2012, p.9)

1.5.Clima y temperatura

Para establecer el cultivo de arroz hay que tener presente los edafoclimáticos que este exige, los cuales son: altitud de 0 a 2,500 msnm, temperatura optima de germinación varia de 24°C a 34°C, para el ahijamiento deberá ser de 25°C a 35°C. En cuanto al suelo, este deberá ser de textura fina fértil, alto contenido de arcilla, materia orgánica y nutrientes con un pH óptimo de 6.6 al termino neutro (Zurita, 2021, pp.12-13)

1.6.Formas de producción

1.6.1. Arroz bajo secano estricto

Es el que se establece por medio de capilaridad, es decir, se cultivan en la parte seca de los ríos (cuando las aguas se retiran al culminar el invierno). El arroz de secano representa más del 50% de la superficie total dedicada al arroz, el suelo se prepara, se siembra y el manejo del cultivo se hacen en seco, por lo tanto, las cosechas sufren la falta de agua y humedad, por lo general, este tipo de suelo es poco fértiles, dando como resultado bajos rendimientos (Iniciativas De Economía Alternativa y Solidaria [IDEAS], 2007, p.8)

1.6.2. Arroz bajo riego por inundación

Este sistema se caracteriza por ser intensivo con mayor uso de la tecnología y buena planificación del manejo agronómico del cultivo. Se caracteriza por poseer sistema de riego cuya agua proviene de ríos, lagos y mareas. La siembra se realiza con maquinaria (sembradora mecánica), es exigente en fertilización la cual se realiza con motobombas o avionetas permitiendo de esta manera aumentar los rendimientos, los cuales pueden alcanzar las 5 T/ha en época lluviosa y superar las 10 T/ha en época seca (IDEAS, 2007, p.8)



1.7.Cosecha

El tiempo de cosecha en arroz depende del tipo de variedad se utilice, ya que con el mejoramiento genético se busca reducir el ciclo vegetativo y reproductivo de las variedades. Existen variedades de arroz que su ciclo varía de 120 a 140 días desde la germinación hasta a la cosecha del grano. También hay otras variedades que su ciclo es de 105 días con rendimientos aceptables. Además del tipo de variedad que se establezca, la temperatura juega un papel importante en el ciclo provocando que este se alargue unos días, esto se debe cuando las temperaturas son bajas en la fase vegetativa (Secretaría de Agricultura y Ganadería [SAG], 2003, p.14)

1.8.Malezas gramíneas

Tabla 2. Malezas gramíneas del cultivo de arroz

Nombre común	Nombre científico	Daño
Liendrepuerco, pajepato	<i>Echinochloa colona</i>	Esta maleza compite fuertemente con el cultivo del arroz por espacio, nutrientes y presenta alelopatía con el arroz.
Arroz maleza, arroz rojo, mechudos, desgranadores	<i>Oryza sativa</i>	El arroz rojo compite por espacio, nutrientes, luz y agua, demeritan la calidad del grano, reducen fuertemente el rendimiento y deprecian los suelos.
Falsa caminadora, caminadora, paja Cecilia	<i>Ischaemum rugosum</i>	Produce una gran cantidad de semillas, muy livianas que generalmente no germinan mientras están sumergidas, pero después de la emergencia, pueden crecer fácilmente bajo condiciones inundadas, afectando el próximo ciclo.
Caminadora, zanca de grillo	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	Produce gran cantidad de semillas que requieren mínimos contenidos de humedad para germinar.

Paja mona, avalanchera	<i>Leptochloa virgata</i>	Compite fuertemente por espacio y luz, no es una planta agresiva, pero sus altas poblaciones generan aspectos muy indeseables en los cultivos.
Guarda rocío	<i>Digitaria bicornis</i>	Compite por agua, luz, espacio y nutrientes.
Paja peluda, lana de burro	<i>Paspalum bossianum</i>	Compite por agua, luz, espacio y nutrientes.
Pata de gallina	<i>Eleusine indica</i>	Es muy agresiva al competir con el cultivo

Fuente: Cuevas y Puentes (2018, pp.41-48)

1.9.Periodo crítico de malezas

Es importante conocer el periodo crítico de maleza en el cultivo de arroz, ya que estas compiten con el cultivo por luz, agua, CO₂ y nutrientes provocando bajos rendimientos mermando la calidad del grano. Es por eso que se recomienda mantener limpio el cultivo los primeros 45 días después de germinado (DDG) (Carpio, 2023, pp.3,11)

En el cultivo de arroz el periodo crítico para el control de malezas oscila entre los 0 a 40 días después de la siembra (DDS) , principalmente en las fases de macollamiento y la diferenciación floral. El control químico se realiza entre los 12 a 15 días después de la siembra (DDS), con la mezcla de propanil en dosis de 6 a 8 L/ha) y 2,4D en dosis de 0.5 L/ha, estos deberán ser aplicados cuando el suelo presente menos del 80% de humedad, con el fin de mejorar la efectividad de los productos (Vignola et. al., 2018, p.19)

1.10. Herbicidas de aplicación pre emergente

Son los que se aplican después de la siembra del arroz, pero antes de la emergencia del cultivo y de la maleza, para su efectividad requieren de excelente preparación, nivelación y humedad en el terreno, sin llegar al punto de encharcamiento. Estos herbicidas tienen la ventaja de que se pueden mezclar con post emergentes. Dentro de este grupo se encuentran la pendimetalina y clomazone (Esqueda et. al., 2010, pp.17-19)



1.11. Herbicidas de aplicación post emergente

Son los que se aplican después de la emergencia del cultivo y de la maleza, se dividen en contactos que son los que solamente afectan el follaje que es cubierto por la aplicación y sistémicos que son los que se translocan en los diferentes tejidos de las plantas. Dentro de estos herbicidas se encuentra el propanil, fenoxaprop-p-etil, bisipiribac – sodio, cihalofop – butilo, 2,4-D y bentazon (Esqueda et. al., 2010, pp.20-29)

1.12. Clomazone 48 EC

Herbicida selectivo pre y post emergente temprano, para malezas en el cultivo del arroz. Se absorbe por las raíces y ápices de los tallos, translocándose por el xilema hasta las hojas. Controla principalmente malezas de la familia gramíneas tales como: Moco de pavo (*Echinochloa crusgalli*), mazorquilla (*Ischaemun rugosum*), grama de lefe (*Eclinochloa colonum*), plumilla (*Lecthocloa sp*), caminadora (*Rottboellia sp*) y pata de gallina (*Eleusina indica*), con acción residual de 3 a 4 meses, se recomienda en dosis de 0.75 a 1 L/Ha (Melo, 2021, p.23)

1.13. Diflufenican 50 SC

Herbicida pre y post emergente temprano selectivo contra malezas de hoja ancha en el cultivo de arroz. Es absorbido por vía foliar caulinar (tallos jóvenes) que luego es transportado hacia los tejidos apicales, su velocidad de acción está en relación directa con la intensidad de luz. Resulta únicamente activo sobre tejidos vegetales jóvenes. Posee fuerte adsorción por los coloides del suelo y baja solubilidad, lo que hace que no se lixivie permaneciendo en los primeros 3 cm del suelo con una persistencia 2 a 2.5 meses (Platero y Salaberry, 2015, pp.17-18)

1.14. Propanil 48 EC

El propanil es un herbicida para el control de malezas de hojas anchas, gramíneas y ciperáceas en el cultivo de arroz. Su Ingrediente activo 3',4' – Dicloropropioanilida, con formulación que corresponde a un concentrado emulsionable (EC) es compatible con otros herbicidas a base de pendimetalinas, pero no recomienda la combinación con insecticidas organofosforados o carbamato pertenecientes al grupo químico de las amidas, se recomienda una dosis de 4.3 L/Ha para malezas que tengan de 2 a 3 hojas (Narváez y Chisica, 2021, p.26)



1.15. Hyperion (Diflufenican 25% + Penoxsulam 5%)

Momento de aplicación: Preemergencia total: Es una mezcla herbicida formulada para el control preventivo de gramíneas y malezas de hoja ancha antes de que germinen o emerjan del suelo. Diflufenican: Actúa bloqueando la biosíntesis de carotenoides mediante la inhibición de la enzima fitoeno desaturasa (PDS), provocando el blanqueamiento (bleaching) y posterior necrosis del tejido fotosintético de las malezas en germinación (Shaner, 2014).

Penoxsulam: Es una triazolopirimidina sulfonamida que inhibe la enzima acetolactato sintasa (ALS), deteniendo la síntesis de aminoácidos ramificados esenciales (valina, leucina e isoleucina) y bloqueando la división celular en los meristemos de la maleza (Shaner, 2014).

1.16. Snap (Oxadiazon 75%)

Momento de aplicación: Pos emergencia (o pre/pos emergencia temprana según la dosis y cultivo). Oxadiazon: Pertenecce al grupo químico de los oxadiazoles. Su modo de acción consiste en la inhibición de la enzima protoporfirinógeno oxidasa (PPO/Protox) (Shaner, 2014). Al bloquear esta enzima en la ruta de síntesis de clorofila, provoca la acumulación de intermediarios fotorreactivos que interactúan con la luz solar y la humedad celular para destruir las membranas de las células vegetales, originando una rápida desecación y muerte del tejido de las malezas al entrar en contacto con el brote emergente (Shaner, 2014).

1.17. Cover (Thiobencarb 40%) / Eros Gold (Pirazosulfuron-etil)

Momento de aplicación: Preemergencia total / Postemergencia temprana (comúnmente aplicados en cultivos de arroz). Thiobencarb (Cover): Es un tiocarbamato que actúa inhibiendo la síntesis de lípidos (ácidos grasos de cadena muy larga) en los puntos de crecimiento o brotes vegetativos, impidiendo que la plántula complete la formación de la pared celular y la cutícula, afectando principalmente la emergencia de gramíneas y Cyperaceae (Shaner, 2014).



- 1.18. **Pirazosulfuron-etil (Eros Gold):** Pertenece a la familia de las sulfoniureas. Su acción radica en la inhibición selectiva de la enzima ALS, impidiendo la biosíntesis de aminoácidos ramificados en malezas ciperáceas y de hoja ancha, deteniendo el crecimiento del brote a pocas horas de la aplicación (Shaner, 2014).



IV. MATERIALES Y MÉTODOS

1.19. Ubicación del área de estudio

El experimento se realizó en la comarca Miramontes, Estación experimental de la empresa Agrícola Miramontes S.A (lote el zapote) que está ubicada entre las coordenadas 12°09'32.2''N y 85°42'09.8''W, esta comarca pertenece al municipio de San Lorenzo, departamento de Boaco.

El municipio de San Lorenzo posee un clima de sabana tropical, sin embargo, el Instituto Nacional de Estudios Territoriales (INETER) clasifica al municipio como región seca. Sus temperaturas promedios anuales de 25°C a 26°C en la parte alta, para la parte media de 26°C a 27°C, mientras que en la parte baja oscilan de 27°C a 27.5°C. La precipitación anual varía desde los 400mm a 800 mm (Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá [INCAP], 2010, pp.62-64).

En cuanto al tipo de suelo del municipio, se encuentran los siguientes: los molisoles que van desde el valle del río Malacatoya hasta el río Teustepe encontrándose pendientes de 3 al 10% son de origen volcánico, pocos profundos y fertilidad media a baja. Vertisoles: estos se localizan en el valle del río Las Cañas. Inceptisoles: se localizan al sur de Santa Lucía, tienen origen volcánico con pH ácidos, profundidad media a baja, drenaje regular, pendientes del 3 al 10%. Alfisoles y ultisoles: se encuentran en la sierra central de Boaco, pendientes del 3 al 20%, con una fertilidad baja y pH ácido (Buitrago, 2005, pp.10-11)

1.20. Fecha de inicio y finalización del trabajo

El ensayo se estableció el 17 de noviembre del 2023, fecha en la cual se realizó la preparación del terreno. Esta actividad consistió en la **simulación de la práctica de fangueo**, debido a que corresponde al sistema de preparación de suelo predominante en la zona de Malacatoya. Para ello, se efectuó inicialmente la remoción y acondicionamiento del suelo mediante el uso de implementos agrícolas manuales, tales como: palas, azadón y piocha, con el propósito de reproducir las condiciones generadas por el equipo de roturación (rotar). Posteriormente, se utilizó una cantona o banco para realizar la nivelación y el acabado superficial de cada parcela experimental.



Para la ejecución de ambas actividades fue necesario la incorporación de agua en las parcelas, con el objetivo de simular las condiciones de humedad propias del sistema de preparación empleados en la zona. El ensayo concluyó durante la segunda quincena de febrero del 2024, alcanzando una duración total de 120 días.

1.21. Manejo del experimento

El manejo de los experimentos para esta tesis se realizó mediante una planificación y seguimiento constante de cada tratamiento, procurando mantener condiciones uniformes y registrar de forma ordenada las variables evaluadas. Asimismo, se llevó a cabo un control adecuado de los factores que podían influir en los resultados, garantizando la confiabilidad de los datos obtenidos y permitiendo realizar un análisis preciso de la información.

Variedad

La variedad utilizada fue Lazarroz FL a una densidad de 2.2 qq/ha.

Lazarroz FL, se caracteriza por ser una variedad de arroz adaptable al sistema de riego y secano garantizando buen rendimiento sin importar las horas luz. También posee macollamiento intermedio, buena calidad molinera, la floración la alcanza a los 75 y 80 días después de la germinación (DDG) y la cosecha de 115 a 120 días (DDG). Es moderadamente tolerante al volcamiento, hoja blanca *Pyricularia sp*, *Sarocladium sp* y a *Helminthosporium sp*, sin embargo, es susceptible a *Rhizoctonia sp* y *Pseudomonas sp* (Vignola et. al., 2018, p.5)

1.21.1. Fertilización

La fertilización del cultivo se realizó de acuerdo con los requerimientos nutricionales del arroz y las etapas fenológicas de mayor demanda de nutrientes. Como fuente de fósforo se utilizó fosfato diamónico (DAP; 18-46-0), aplicado a una dosis de 3 qq/ha durante la etapa de germinación. Para el suministro de nitrógeno se empleó urea al 46 %, fraccionando su aplicación en tres momentos estratégicos del desarrollo del cultivo: inicio del macollamiento, macollamiento intermedio y presencia de anillo verde. La primera aplicación se realizó a una dosis de 4 qq/ha en el inicio del macollamiento, mientras que las aplicaciones correspondientes al macollamiento intermedio y a la etapa de anillo verde se efectuaron a una dosis de 3 qq/ha cada una.



Riego

El manejo del riego en el cultivo de arroz se realizó de acuerdo con las necesidades hídricas y las diferentes etapas fenológicas del cultivo, procurando mantener una disponibilidad adecuada de agua para favorecer su crecimiento y desarrollo. El suministro de agua se ajustó especialmente durante las etapas críticas, como el macollamiento, la diferenciación del primordio floral, la floración y el llenado de grano. Este manejo permitió mantener condiciones favorables de humedad en el suelo y contribuir al adecuado desarrollo fisiológico y productivo del cultivo.

Al momento de la aplicación de herbicidas, el agua fue fundamental para complementar la eficacia de cada uno de ellos. En los herbicidas preemergentes, el moje se llevó a cabo 8 horas posterior a su aplicación, con el objetivo de crear las condiciones requeridas al producto (mantener activa la molécula); en el caso de los herbicidas post emergentes, el agua es el complemento del producto para potencializar su eficacia sobre las malezas expuestas; el moje se implementó 8 horas después de su aplicación.

En cuanto a la semilla del cultivo se realizaron pases de agua cada 3 a 4 días para garantizar el anclaje de esta (los mojes dependerán de la condición de semilla) y por último el establecimiento de lámina se llevó a cabo entre 18 a 20 días después de germinado (DDG).

1.21.2. Control de plagas

El control de plagas en el cultivo de arroz se realizó mediante el monitoreo periódico del área experimental, con el propósito de identificar oportunamente la presencia y el nivel de infestación de los principales insectos plaga. Las medidas de control se implementaron de acuerdo con el umbral de daño y las condiciones observadas en el cultivo, procurando realizar aplicaciones oportunas y dirigidas. El manejo se llevó a cabo bajo un enfoque integrado, considerando prácticas de monitoreo, control químico cuando fue necesario y el uso responsable de los productos fitosanitarios, con el fin de minimizar las pérdidas ocasionadas por las plagas y favorecer el adecuado desarrollo y rendimiento del cultivo.

Entre las plagas insectiles que más afectan al cultivo del arroz se encuentran las siguientes:



1.21.2.1. Sogata (*Tagosodes orizicolus* M)

Es un insecto de aparato bucal picador – chupador. Los machos miden 2 mm y las hembras 3.5 mm son de color oscuro a negro, mientras que las hembras son un poco más claras que los machos. Presentan un ciclo de vida de 31 días máximos dependiendo las condiciones climáticas de la zona, el estado de huevo varia de 7 a 19 días, la ninfa de 14 a 21 días y el adulto de 14 a 31 días. El daño lo ocasiona en la base del tallo y vaina de las hojas introduciendo su estilete hasta el floema y succionando la savia, obteniendo los nutrientes para crecer y reproducirse, así mismo, inyecta la saliva que facilita la alimentación de la plaga y a su vez afecta el funcionamiento de los tejidos de la planta provocando un amarillamiento en las hojas que luego se torna a color oscuro lo que conocemos como fumagina, también es el vector del virus de la hoja blanca del arroz (Meneses, 2008, pp. 5-7).

Esta plaga será controló con el insecticida Imidacloprid en dosis de 0.2 L/Mz.

1.21.2.2. Barrenador (*Diatraea saccharalis*)

Presenta metamorfosis completa (huevo, larva, pupa y adulto) las palomillas adultas depositan sus huevos sobre las hojas del arroz y las larvas barrenan dentro del tallo, en donde se alimentan de este, desde plántula hasta el alargamiento del tallo, causando la muerte del brote central, los brotes dañados no producen panojas. La alimentación de los barrenadores del tallo, desde la iniciación de la panoja hasta el grano lechoso causa un rompimiento de la panoja como resultado, la panoja no llena y es de color blanquecina, las cuales son llamadas cabezas blancas o panojas blancas (Mera, 2016, pp.4-5)

Para el control de *Diatraea* se hicieron aplicaciones de Fipronil en dosificaciones de 0.14 L/Mz.

1.21.2.3. Chinche (*Oebalus insularis*)

Los adultos son de color claro a pajizo y amarillo en el tórax, el macho mide 8.30 mm, mientras que la hembra 9.22 mm, la cabeza de ambos sexos es hipognata y triangular. El daño lo ocasiona la hembra al ovipositar los huevos (100-200 huevos durante su vida), los deposita en grupos o masas sobre las hojas, tallos o espigas, estos tienen un 89% de fertilidad, que



luego al convertirse en adultos chupan los granos lechosos del arroz, mermando así la calidad de la semilla y por ende el arroz destinado a semilla presenta una baja germinación (6 a 14%) (Meneses, 2008, pp. 48-52)

El control de este insecto se llevó a cabo mediante las aplicaciones del insecticida Engeo (Thiamethoxam + Lambda – Cihalotrina en dosis de 0.15 L/Mz.

1.21.3. Control de malezas

El control de malezas se realizó mediante la aplicación de herbicidas selectivos para el cultivo de arroz, utilizando los productos y dosis recomendadas para cada tratamiento. Para la aplicación, se empleó un equipo de aspersión equipado con un tanque de oxígeno y una boquilla con un ancho de cobertura de 2 m, con el propósito de simular una aplicación aérea. Asimismo, se procuró evitar traslapes durante la aplicación, a fin de prevenir daños por sobredosisificación, reducir la mortalidad no deseada de las plantas y minimizar el margen de error experimental.

Diseño experimental

El diseño utilizado fue Bloque Completamente al Azar (BCA), se utilizaron 5 tratamientos replicados en cuatro bloques, para un total de 20 unidades experimentales, cada unidad experimental fué de 8 m de largo por 2 m de ancho para un total de 16m² por unidad experimental. Se dejó un metro de distancia entre bloques que servirá como calle y otro metro entre tratamiento, para un total de 647 m² a ocuparse en todo el ensayo.

Pedroza (1983, p.87) describe el siguiente Modelo Aditivo Lineal (MAL) para el Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA)

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

i= Tratamientos

j= Bloques

Y_{ij} = Es la j-ésima observación del i-ésimo tratamiento

μ = Es la media poblacional

T_i = Es el efecto del i-ésimo tratamiento



β_j = Es el efecto del j-ésimo bloque

ϵ_{ij} = Es el efecto aleatorio de variación

1.22. Tratamientos

Tratamiento 1 (T1): Hyperion (Diflufenican 25 %, penoxulan 5 %) - preemergencia total

Dosis: 0.85lt/mz

Tratamiento 2 (T2): Snap (Oxadiazon 75 %) - post emergencia

Dosis: 1.5kg/mz

Tratamiento 3 (T3): Cover (Thiobencarb 40 %) - preemergencia total / Eros Gold (Pirazosulfuron etil 0.075 %- Pretilachlor 30 %) + Propanil 48%-post emergencia

Dosis: 2.1lt/mz- 1.7Kg/mz + 3.5 lt/mz

Tratamiento 4 (T4): Propanil 48 % + Dakota (Clomazone 48 %) + Yoga (Diflufenican) - Post emergencia

Dosis: 3.5 lt/mz+1 lt/mz + 0.35 lt/mz

Tratamiento 5 (T5): representa al testigo absoluto, es decir, no se le aplicó ningún herbicida

Dosis: Sin aplicación

Los tratamientos fueron aplicados en el periodo de hora de 5 AM a 7 AM para evitar ráfagas de viento generando derivas de producto que incidieran y afectaran cada una de las aplicaciones por tratamiento y unidad experimental.

1.23. Variables a evaluar

La primera toma de variables se llevó a cabo previo a la aplicación de tratamientos. Las variables que se evaluaron durante todo el ensayo son las descritas a continuación.



1.23.1. Número de plantas vivas y muertas de *Echinochloa sp* y plantas *Leptochloa sp* presentes en cada punto fijo.

Esta variable se evaluó con el propósito de determinar la eficacia del tratamiento en el control de la especie de maleza estudiada. Para ello se realizó el conteo del número de plantas vivas y plantas muertas dentro de un área de muestreo previamente delimitada, en cada unidad experimental. Se consideraron plantas vivas aquellas que presentaron crecimiento activo, tejidos verdes y capacidad de recuperación; mientras que las plantas muertas fueron aquellas que mostraron necrosis total, ausencia de crecimiento y pérdida irreversible de sus funciones fisiológicas.

1.23.2. Población de plantas de arroz

El número de plantas establecidas se evaluó con el propósito de determinar el éxito del establecimiento del cultivo bajo la densidad de siembra utilizada y tratamientos aplicados.

Esta variable consistió en el conteo de las plantas emergidas y establecidas por unidad de área, permitiendo verificar la uniformidad de la población y el efecto de los tratamientos sobre la supervivencia inicial del cultivo. Una adecuada densidad de plantas constituye un factor determinante para optimizar el aprovechamiento de los recursos disponibles y favorecer la expresión del potencial productivo de arroz.

Los datos para esta variable se obtuvieron a los 14 días después de germinado el cultivo, momento ideal para llevar a cabo esta cuantificación.

1.23.3. Fitotoxicidad sobre el cultivo de arroz

Se evaluó con el objetivo de determinar los posibles efectos adversos ocasionados por la aplicación de los tratamientos sobre el cultivo de arroz. La evaluación se realizó de manera visual y cuantitativa en diferentes momentos después de la aplicación.

1.23.4. Mortalidad de plantas de arroz



La mortalidad de plantas de arroz se evaluó como una variable de respuesta para determinar la selectividad de los productos aplicados en los tratamientos. Esta variable permitió cuantificar el efecto de los tratamientos sobre la supervivencia de las plantas porcentualmente, con el fin de identificar posibles efectos fitotóxicos que pudieran comprometer el establecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo.

4.5.5. Macollamiento del cultivo

Esta variable se midió a los 12, 32, 44, 72 y 85 DDG. Para esto se tomó como referencia el número de macollas presentes dentro del área delimitada previamente (1m²) partiendo de un número de plantas como población inicial. El conteo de macollas inició a partir del día 12DDG hasta el día 85DDG.

4.5.6. Altura de la planta

La altura de la planta se evaluó como un indicador del crecimiento y vigor del cultivo permitiendo determinar la respuesta de las plantas a los diferentes tratamientos aplicados. Esta variable refleja el desarrollo vegetativo de las plantas y constituye un parámetro importante para identificar posibles efectos fisiológicos ocasionados por los productos selectivos, así como su influencia sobre el crecimiento normal de las plantas. La unidad de medida que se utilizó fue centímetros y se realizó sobre 10 plantas al azar ubicadas dentro de cada unidad experimental a los 12,32,75 y 85DDG partiendo de la base del tallo al ápice de la hoja y/o espiga.

4.5.7. Rendimiento del cultivo

El rendimiento del cultivo de arroz se determinó a partir de los principales componentes que lo conforman: la densidad de plantas por metro cuadrado, número de panículas por unidad de área y la cantidad de granos llenos y vanos por espiga. La evaluación conjunta de estas variables nos permitió conocer el potencial productivo de cada tratamiento. Estos componentes constituyen indicadores fundamentales para evaluar el efecto de los productos selectivos sobre el desempeño agronómico y la productividad final del cultivo.



Para la determinación del rendimiento del cultivo, se realizaron mediciones de contenido de humedad del grano en campo, estableciendo como índice óptimo de cosecha una humedad del 20%. Una vez alcanzado este valor, se procedió al corte del área efectiva de cada unidad experimental para obtener el peso de la granza. Posteriormente, la muestra fue sometida a secado hasta alcanzar una humedad del 12%, condición utilizada como estándar para calcular el rendimiento en grano seco y limpio. Finalmente, los resultados fueron extrapolados y expresados en quintales por manzana (qq/mz), de acuerdo con los procedimientos establecidos para la evaluación del rendimiento del cultivo de arroz.

4.6. Recolección de datos

Los datos se recolectaron a partir del día número 7 después de aplicado (DDA) los tratamientos, posteriormente se quedaron recolectando en intervalos de 7 días, hasta llegar a la lectura de 28DDA cada uno de estos. Se utilizaron hojas de campo, para luego digitar los datos en una hoja Excel y realizar su respectivo análisis tanto numérico como estadístico utilizando el programa InfoStat 2020 versión estudiantil.

4.7. Análisis de datos

Para las variables que cumplen con los supuestos del análisis de varianza se realizó ANDEVA y para los no cumplieron con los supuestos se realizó prueba no paramétrica de Freddman con un 95% de confianza. Se utilizo la prueba de separación de medias Tukey al 5 % de error. Se utilizo paquete estadístico InfoStat 2020 versión estudiantil.

4.8. Materiales y equipos

Semillas de arroz variedad Lazarroz	Computadora
Aradora	Bascula
Tabla de apuntes	Cinta métrica
Hojas blancas	Tubo plástico (1 m ²)



Lápiz

Boon de aplicación

Herbicidas selectivos de gramíneas

Tratamiento	Plantas viva Echinochloa Media(Ranks)	Plantas muertas Echinochloa Media(Rank s)	Plantas vivas Leptochloa Media(Rank s)	Plantas muertas Leptochloa Media(Ranks)	Fitotoxicidad de la población de arroz en % Media(Ranks)	Mortalidad de la población de arroz en % Media(Rank s)
Hyperion	4.25 c	3.63 ab	2.50 ab	3.75 b	3.88 cd	4.50 d
Snap	3.75 bc	2.63bcd	5.00 e	4.63 a	4.50 d	3.63 bcd
Cover + Eros Gold +Propanil 48%	3.25 bc	2.88 bc	2.75 abc	2.75 bc	3.00 bc	3.13 bc
Propanil 48 % + Dakota + Yoga	1.5 a	4.63 a	1.5 a	2.75 bcd	2.63 b	2.75 b
Testigo	2.25 ab	1.25 d	3.25 bcd	1.13 d	1.00 a	1.00 a
P- valor	0.0221	0.0029	0.0028	0.0003	0.0001	0.0001
X ²	4.29	7.5	7.57	12.4	14.62	17.43

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 3. Variables asociadas al control de malezas de cinco tratamientos químicos en el cultivo de arroz de riego



1. Plantas vivas de *Echinochloa* spp.

En el presente estudio, para la variable plantas vivas de *Echinochloa* spp mostró diferencias significativas entre tratamientos ($X^2 = 4.29$; $p = 0.0221$), evidenciando que la mezcla **Propanil 48 % + Dakota + Yoga** presentó el menor rango promedio de plantas vivas de *Echinochloa* spp., lo que indica una mayor reducción de la supervivencia de esta maleza. Este resultado concuerda con lo reportado por Gobi et al. (2025), quienes encontraron que mezclas herbicidas basadas en propanil lograron elevados niveles de control y mortalidad en poblaciones de *Echinochloa crus-galli* resistentes a otros herbicidas, destacando el efecto sinérgico de los tratamientos combinados.

Asimismo, Vulchi et al. (2024) señalaron que el control efectivo de especies de *Echinochloa* en arroz depende de la combinación de diferentes mecanismos de acción debido a la elevada capacidad de adaptación y resistencia desarrollada por estas malezas en sistemas arroceros intensivos.

Por el contrario, **Hyperion** presentó la mayor supervivencia de *Echinochloa*, sugiriendo una menor eficacia relativa sobre esta especie bajo las condiciones experimentales evaluadas. Esta respuesta podría estar asociada a diferencias en la susceptibilidad poblacional o a la selectividad de los ingredientes activos presentes en el tratamiento.

2. Plantas muertas de *Echinochloa* spp.

En el presente estudio, ésta variable mostró diferencias significativas entre tratamientos ($X^2 = 7.50$; $p = 0.0029$), evidenciando que la mayor mortalidad de *Echinochloa* spp. se observó con **Propanil 48 % + Dakota + Yoga**, resultado que coincide con estudios que destacan la eficacia de las mezclas herbicidas para incrementar el control de gramíneas en arroz. Gobi et al. (2025) reportaron que las combinaciones que incluyen propanil pueden alcanzar mortalidades superiores al 90 % en poblaciones de *E. crus-galli* cuando existe susceptibilidad a los ingredientes activos.

De igual manera, investigaciones desarrolladas en California demostraron que el manejo químico de *Echinochloa* requiere programas herbicidas robustos debido a la presencia de biotipos resistentes y a la elevada competitividad de la especie. Vulchi et al. (2024) encontraron que la eficacia de los tratamientos depende de la composición específica de los herbicidas y de la historia de uso de cada lote agrícola.

Los resultados obtenidos sugieren que las poblaciones presentes en el área de estudio aún mantienen una respuesta favorable a la mezcla evaluada, situación importante desde el punto de vista del manejo de resistencia.

3. Plantas vivas de *Leptochloa* spp.

Esta variable mostró diferencias significativas entre tratamientos ($X^2 = 7.57$; $p = 0.0028$), demostrando que la menor supervivencia de *Leptochloa* spp. se registró con **Propanil 48 % + Dakota + Yoga**, mientras que **Snap** presentó el mayor número de plantas sobrevivientes. Estos resultados evidencian diferencias en la sensibilidad de la especie frente a los tratamientos evaluados.

Sekhar et al. (2020) reportaron que *Leptochloa chinensis* presenta respuestas diferenciales a distintos herbicidas, observándose reducciones importantes de la población cuando se utilizan ingredientes activos con acción específica sobre gramíneas, mientras que otros tratamientos alcanzan niveles de control significativamente menores.

Además, Zhang et al. (2023) describieron que *Leptochloa chinensis* posee una elevada capacidad competitiva y mecanismos fisiológicos que favorecen su persistencia en sistemas arroceros, lo que explica las diferencias observadas en la supervivencia según el tratamiento aplicado.

4. Plantas muertas de *Leptochloa* spp.

Para esta variable el análisis estadístico mostró diferencias significativas entre tratamientos ($X^2 = 12.4$; $p = 0.0003$), evidenciando que el herbicida **Snap** produjo los mayores rangos promedio de mortalidad para *Leptochloa* spp., sugiriendo una elevada sensibilidad de esta maleza al tratamiento. Este resultado coincide con estudios que indican que algunas especies del género *Leptochloa* responden favorablemente a determinados ingredientes activos graminicidas.

Sekhar et al. (2020) encontraron que fenoxaprop-p-etil y cyhalofop-butil generaron los mayores niveles de control y reducción de biomasa en *L. chinensis*, demostrando que esta especie puede ser altamente susceptible cuando se emplean herbicidas adecuados.

Lombardi y Al-Khatib (2024) también reportaron controles superiores al 97 % en especies de *Leptochloa* mediante herbicidas de nueva generación en cultivos de arroz, destacando la relevancia de utilizar tratamientos con mecanismos de acción diferentes para maximizar la eficacia del control.

5. Fitotoxicidad en % de la población de arroz

La fitotoxicidad de la población de arroz mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos ($X^2 = 14.62$; $p = 0.0001$), evidenciando que los herbicidas evaluados difirieron en su nivel de selectividad hacia el cultivo. Los mayores rangos promedio se registraron en **Snap (4.50)** y **Hyperion (3.88)**, mientras que **Propanil 48 % + Dakota + Yoga (2.63)** presentó uno de los valores más bajos entre los tratamientos herbicidas. Estos resultados indican que Snap e Hyperion ocasionaron una mayor intensidad de daño sobre las plantas de arroz, reflejando una menor selectividad bajo las condiciones experimentales del estudio.

La fitotoxicidad inducida por herbicidas es un parámetro fundamental en la evaluación agronómica de productos para arroz, ya que permite determinar la capacidad del cultivo para tolerar una aplicación química sin experimentar daños fisiológicos importantes. Diversos estudios han demostrado que síntomas como clorosis, necrosis foliar, reducción del crecimiento y alteraciones en el macollamiento pueden afectar el establecimiento del cultivo



cuando los herbicidas presentan una selectividad limitada. En este sentido, Lombardi y Al-Khatib (2024) encontraron que la seguridad del cultivo constituye un criterio tan importante como el control de malezas al momento de seleccionar un programa herbicida para arroz, debido a que la fitotoxicidad puede comprometer el desempeño agronómico del cultivo cuando supera los niveles de tolerancia fisiológica.

Los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con lo señalado por Vulchi et al. (2024), quienes reportan que la respuesta del arroz a los herbicidas puede variar considerablemente según la combinación de ingredientes activos, la susceptibilidad varietal y las condiciones ambientales presentes durante la aplicación. Los autores destacan que diferencias en la capacidad metabólica del cultivo para detoxificar herbicidas pueden traducirse en respuestas contrastantes de fitotoxicidad entre tratamientos aparentemente similares.

Asimismo, Bhagavathi et al. (2024) observaron que los tratamientos herbicidas más selectivos para arroz fueron aquellos que mantuvieron bajos niveles de daños visibles durante las etapas vegetativas tempranas, permitiendo una recuperación más rápida del cultivo y una menor afectación de su crecimiento posterior. Este comportamiento es consistente con los resultados observados en el presente estudio para Propanil 48 % + Dakota + Yoga, tratamiento que mostró menores niveles de fitotoxicidad en comparación con Snap e Hyperion.

Desde una perspectiva agronómica, los resultados sugieren que **Snap e Hyperion** presentan un mayor riesgo de generar estrés fisiológico en el arroz, mientras que Propanil 48 % + Dakota + Yoga mostró una respuesta más favorable en términos de selectividad. Estos hallazgos son relevantes porque una adecuada selectividad permite maximizar el control de malezas sin comprometer el crecimiento y desarrollo normal del cultivo.

6. Mortalidad de la población de arroz

La mortalidad de la población de arroz presentó diferencias altamente significativas entre tratamientos ($X^2 = 17.43$; $p = 0.0001$). El tratamiento **Hyperion** registró el mayor rango promedio (4.50), seguido por **Snap (3.63)**, mientras que el **testigo (1.00)** presentó la menor



mortalidad. Los tratamientos **Propanil 48 % + Dakota + Yoga (2.75)** y **Cover + Eros Gold + Propanil 48 % (3.13)** mostraron valores intermedios.

Estos resultados indican que Hyperion ocasionó el mayor porcentaje de muerte de plantas de arroz dentro de la población evaluada, sugiriendo una menor selectividad del tratamiento hacia el cultivo. La mortalidad de plantas constituye una de las variables más importantes en la evaluación de herbicidas debido a que representa un daño irreversible. A diferencia de la fitotoxicidad visual, que puede ser temporal y permitir la recuperación del cultivo, la muerte de plantas reduce directamente la densidad poblacional, limita la capacidad de compensación mediante macollamiento y puede afectar negativamente el rendimiento final.

La relación observada entre los elevados valores de fitotoxicidad y mortalidad en Hyperion y Snap coincide con lo descrito en la literatura para tratamientos que generan daños fisiológicos severos sobre el cultivo. Lombardi y Al-Khatib (2024) reportaron que los tratamientos menos selectivos para arroz tienden a presentar simultáneamente mayores síntomas de daños y mayores pérdidas de plantas, especialmente cuando la sensibilidad varietal o las condiciones ambientales favorecen la absorción del herbicida.

Por otra parte, estudios realizados en sistemas arroceros han demostrado que la supervivencia de las plantas después de la aplicación de herbicidas depende de la interacción entre el ingrediente activo, la dosis utilizada y el estado fenológico del cultivo. Bhagavathi et al. (2024) indican que aplicaciones realizadas en etapas sensibles del desarrollo pueden incrementar significativamente el riesgo de mortalidad de plantas y afectar el establecimiento del cultivo.

Los resultados obtenidos sugieren que Propanil 48 % + Dakota + Yoga presentó una mejor respuesta desde el punto de vista de la seguridad del cultivo, ya que mostró menores rangos de mortalidad en comparación con Hyperion y Snap. Este comportamiento podría indicar una mayor capacidad del arroz para tolerar esta mezcla herbicida o una menor agresividad fisiológica de sus ingredientes activos sobre el cultivo.

En conjunto, la información generada demuestra que existen diferencias importantes en la selectividad de los tratamientos evaluados. Aunque algunos productos pueden ofrecer un adecuado control de malezas, la presencia de elevados niveles de fitotoxicidad y mortalidad en



la población de arroz puede limitar su conveniencia agronómica. Por tanto, la elección de un herbicida no debe basarse únicamente en su capacidad de control, sino también en su seguridad para el cultivo, favoreciendo tratamientos que mantengan altas eficacias sobre las malezas y simultáneamente minimicen los efectos negativos sobre la población de arroz.

Tabla 4. Efecto de cinco herbicidas sobre el crecimiento y rendimiento de grano en el cultivo de arroz de riego.

Tratamiento	Población / m ²	Macollamiento	Altura de planta (cm)	Rendimiento (qq/ mz)
Hyperion	298 a	1.05 a	108 b	143 b
snap	303 a	0.57 c	108 b	128 d
Cover + Eros Gold +Propanil 48%	300 a	0.78 b	107 b	135 c
Propanil 48 % + Dakota + Yoga	305 a	1.02 a	105 c	150 a
Testigo	312 a	0.38 d	111 a	119 e
P- valor	0.1391	0.0001	0.0001	0.0001

7. Población de plantas

La población de plantas no presentó diferencias significativas entre tratamientos ($P = 0.1391$), con valores comprendidos entre 298 y 312 plantas m⁻². Este resultado sugiere que los herbicidas evaluados mostraron adecuada selectividad sobre el cultivo y no afectaron el establecimiento inicial de las plantas.

La ausencia de diferencias en la densidad poblacional coincide con lo reportado por Ramesha et al. (2017), quienes encontraron que aplicaciones de propanil en arroz no ocasionaron reducciones significativas en el establecimiento del cultivo, manteniendo poblaciones similares entre tratamientos herbicidas. Asimismo, Verma et al. (2024) señalan que los

beneficios de los herbicidas en arroz generalmente se manifiestan sobre variables de crecimiento y rendimiento más que sobre la emergencia de plantas.

Desde el punto de vista experimental, la homogeneidad poblacional observada es importante porque permite atribuir las diferencias encontradas en macollamiento y rendimiento al efecto de los tratamientos sobre el crecimiento del cultivo y el control de malezas, y no a diferencias en la densidad de plantas.

8. Macollamiento

El macollamiento fue significativamente afectado por los tratamientos ($P = 0.0001$). Los mayores valores correspondieron a Hyperion (1.05) y Propanil 48 % + Dakota + Yoga (1.02), mientras que el testigo presentó el menor valor (0.38).

Estos resultados evidencian que el control eficiente de malezas favoreció el desarrollo vegetativo del cultivo, permitiendo una mayor emisión de macollos. La reducción observada en el testigo probablemente se debió a una competencia más intensa por nutrientes, agua y radiación solar durante las etapas iniciales del crecimiento.

Los resultados coinciden con los obtenidos por Sivanesan et al. (2023), quienes reportaron incrementos significativos en el número de macollos cuando se utilizaron combinaciones herbicidas eficientes en arroz de siembra directa. De igual manera, Jehangir et al. (2024) demostraron que los tratamientos con mejor control de malezas incrementaron significativamente los macollos productivos respecto al tratamiento enmalezado. La respuesta observada adquiere relevancia debido a que el macollamiento constituye uno de los principales componentes del rendimiento. Takai (2024) señala que la formación de macollos efectivos determina en gran medida el número de panículas por unidad de área y, por consiguiente, el potencial productivo del cultivo. Del mismo modo, Kalaitzidis et al. (2025) encontraron una fuerte asociación entre la producción de macollos y el rendimiento en arroz, destacando la importancia de los macollos tempranos en la productividad final.

9. Altura de planta



La altura de planta presentó diferencias altamente significativas entre tratamientos ($P = 0.0001$). El testigo registró la mayor altura (111 cm), mientras que Propanil 48 % + Dakota + Yoga presentó la menor altura (105 cm).

Aunque las diferencias fueron estadísticamente significativas, desde el punto de vista agronómico fueron relativamente pequeñas. Sin embargo, resulta interesante observar que el tratamiento con mayor rendimiento produjo plantas más bajas, mientras que el testigo mostró la mayor altura y el menor rendimiento.

Este comportamiento puede explicarse por la competencia interespecífica generada por las malezas. Bajo condiciones de sombreado, las plantas suelen incrementar la elongación de los entrenudos como mecanismo de captura de luz, provocando un crecimiento en altura que no necesariamente está asociado a una mayor productividad. Resultados similares fueron descritos por Verma et al. (2024), quienes observaron incrementos en altura bajo condiciones de mayor interferencia de malezas. Asimismo, Alhammad et al. (2023) reportaron que parcelas con menor control de malezas presentaron modificaciones morfológicas asociadas a la competencia por recursos.

Por tanto, los resultados sugieren que la altura de planta no constituyó un indicador directo del desempeño productivo de los tratamientos.

10. Rendimiento

El rendimiento fue la variable más influenciada por los tratamientos ($P = 0.0001$). El mayor rendimiento fue obtenido con Propanil 48 % + Dakota + Yoga (150 qq mz^{-1}), seguido por Hyperion (143 qq mz^{-1}), mientras que el testigo registró el menor valor (119 qq mz^{-1}).

La diferencia de 31 qq mz^{-1} entre el mejor tratamiento y el testigo representa un incremento aproximado del 26.1 %, evidenciando el efecto positivo del manejo químico de malezas sobre la productividad del cultivo.

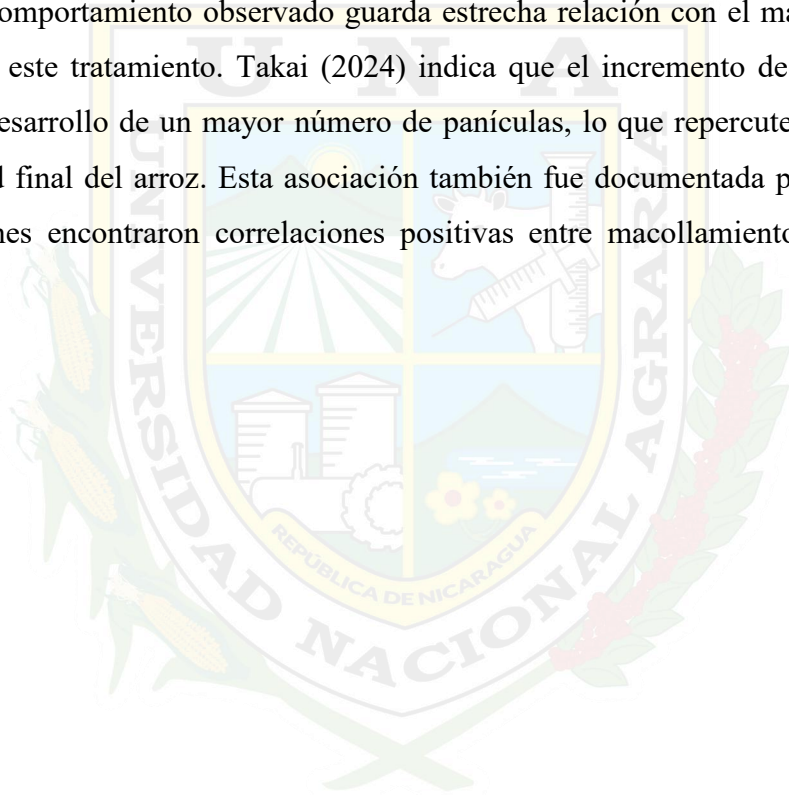
Estos resultados coinciden con los reportados por Jehangir et al. (2024), quienes documentaron incrementos sustanciales en el rendimiento del arroz cuando se utilizaron herbicidas con alta eficacia de control. Del mismo modo, Sivanesan et al. (2023) encontraron



que las mezclas herbicidas proporcionaron mayores rendimientos debido a una reducción significativa de la competencia con malezas durante las etapas críticas del cultivo.

La superioridad del tratamiento Propanil 48 % + Dakota + Yoga podría atribuirse a una mayor amplitud de control sobre diferentes especies de malezas y a una protección más prolongada del cultivo. Estudios realizados por Wandaat et al. (2024) demostraron que las combinaciones herbicidas suelen generar mayores rendimientos que las aplicaciones individuales debido a un control más eficiente y sostenido de las malezas.

Además, el comportamiento observado guarda estrecha relación con el mayor macollamiento registrado en este tratamiento. Takai (2024) indica que el incremento de macollos efectivos favorece el desarrollo de un mayor número de panículas, lo que repercute directamente en la productividad final del arroz. Esta asociación también fue documentada por Kalaitzidis et al. (2025), quienes encontraron correlaciones positivas entre macollamiento y rendimiento de grano.



VI. CONCLUSIONES

La evaluación de los herbicidas selectivos demostró que existen diferencias significativas en la eficacia del control de malezas gramíneas en arroz de riego. La mezcla **Propanil 48 % + Dakota + Yoga** presentó el mejor desempeño para el control de *Echinochloa* spp., registrando la menor cantidad de plantas vivas y los mayores niveles de mortalidad de esta maleza, evidenciando una alta capacidad de supresión sobre una de las especies más competitivas en los sistemas arroceros

Para el control de *Leptochloa* spp., el tratamiento **Snap** alcanzó los mayores niveles de mortalidad de la maleza; sin embargo, su eficacia estuvo acompañada de elevados niveles de fitotoxicidad y mortalidad en la población de arroz, lo que limita su conveniencia agronómica como alternativa de manejo bajo las condiciones evaluadas.

Los tratamientos herbicidas difirieron significativamente en su grado de selectividad hacia el cultivo. **Hyperion** y **Snap** provocaron los mayores niveles de fitotoxicidad y mortalidad de plantas de arroz, indicando una menor capacidad de discriminación entre las malezas objetivo y el cultivo. En contraste, **Propanil 48 % + Dakota + Yoga** presentó los menores niveles de afectación fisiológica, evidenciando una mayor seguridad para el arroz.

El macollamiento fue favorecido por los tratamientos con mejor control de malezas, destacándose **Propanil 48 % + Dakota + Yoga** y **Hyperion**, lo que confirma que la reducción de la competencia por agua, nutrientes y radiación solar mejora el potencial productivo del arroz.

El rendimiento de grano fue la variable agronómica más influenciada por los tratamientos herbicidas. La mezcla **Propanil 48 % + Dakota + Yoga** alcanzó el mayor rendimiento con **214 qq /ha**, superando al testigo en aproximadamente **26.1 %**, lo que demuestra que un manejo químico eficiente de las malezas gramíneas incrementa significativamente la productividad del cultivo.



VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda a los productores de arroz de riego implementar la mezcla **Propanil 48 % + Dakota + Yoga** como una alternativa prioritaria para el manejo de malezas gramíneas, debido a su alta eficacia en el control de *Echinochloa* spp. y *Leptochloa* spp., su adecuada selectividad y su contribución al incremento del rendimiento del cultivo.

Evitar el uso indiscriminado de **Hyperion** y **Snap** en condiciones similares a las evaluadas, debido a los altos niveles de fitotoxicidad y mortalidad observados en la población de arroz, los cuales podrían comprometer el establecimiento, crecimiento y productividad del cultivo.

Desarrollar investigaciones orientadas a determinar la persistencia residual, el impacto ambiental y el comportamiento fisiológico de los herbicidas en el cultivo de arroz, con el propósito de fortalecer los criterios de sostenibilidad y seguridad en los programas de manejo químico de malezas.

VIII. LITERATURA CITADA

1. Acostha, M. (2015). *Evaluación de herbicidas coformulados a base de propanil aplicados al cultivo de arroz bajo riego, en la zona de Babahoyo* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Ecuador. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/1004/T-UTB-FACIAG-AGR-000200.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
2. Alhammad, B. A., Roy, D. K., Ranjan, S., Padhan, S. R., Sow, S., Nath, D., Seleiman, M. F., & Gitari, H. (2023). Conservation tillage and weed management influencing weed dynamics, crop performance, soil properties, and profitability in a rice–wheat–greengram system in the Eastern Indo-Gangetic Plain. *Agronomy*, 13(7), 1953. <https://doi.org/10.3390/agronomy13071953>
3. Alvarado, C. (2012). *Capítulo 1*. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/19344/8/CAPITULO%201%20TE SIS%20CLAS.pdf>
4. Arias, F., Campos, R., Martínez, M. y Suero, C. (1991). *Principios básicos para el manejo integrado de las malezas en arroz en República Dominicana*. Centro Internacional de Agricultura Tropical. http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/2015/SB_191_R5_U584_Vol.1.pdf
5. Arias, R. y Meneses, J. (2016). *Caracterización físico-química de residuos agroindustriales (cascarilla de arroz y cascarilla de café), como materia prima potencial para la obtención de bioetanol, Laboratorios de Química UNAN-Managua I-II semestre 2016* [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. Nicaragua. <https://repositorio.unan.edu.ni/3793/1/53860.pdf>

6. Bhagavathi, M. S., Ajithkumar, M., & Sandhiya, R. (2024). Management of jungle rice (*Echinochloa colona*) through herbicides in transplanted rice. *Indian Journal of Weed Science*, 56(1), 19–23. https://www.isws.org.in/IJWSn/File/2024_56_Issue-1_19-23.pdf
7. Buitrago, N. (2005). *Evaluación del potencial hídrico del entorno de la ciudad de Boaco* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. Nicaragua. <https://repositorio.unan.edu.ni/2380/1/745.pdf>
8. Cadena, D., Helfgott, S., Espinoza, F., Valarezo, C., Sánchez, V. y García, G. (2020). Control químico de malezas en fincas de arroz (*Oryza sativa* L), en el sistema de riego y drenaje Babahoyo, Ecuador. *Revista Ciencia e Investigación*, Vol. 5(No.2), 66-79. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/833/627>
9. Carpio, G. (2023). *Periodos críticos de competencia de las malezas en los cultivos de arroz y maíz* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Ecuador. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13898/E-UTB-FACIAG-AGRON-000058.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
10. Centro Internacional de Agricultura Tropical. (2005). *Morfología de la planta de arroz*. https://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture/Culture-plantes-alimentaires/FICHES_PLANTES/riz/Morfologia_planta_arroz.pdf
11. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. (1988). *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica*. <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/1063/9031.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



12. Cuevas, A. y Puentes, B. (2018). *El manejo de las malezas en el programa AMTEC*. https://fedearroz.s3.amazonaws.com/media/documents/cartilla_malezas.pdf
13. Degiovanni, V., Berrio, L. y Charry, R. (2010). *Origen, taxonomía, anatomía y morfología de la planta de arroz (Oryza sativa L.)*. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/82462>
14. Delso Fertilizantes Grupo. (26 de mayo de 2023). *La importancia mundial del arroz*. <https://www.dfgrupo.com/la-importancia-mundial-del-arroz/>
15. Diaz, E. y Granados, J. (2012). *Evaluación de diferentes niveles de nitrógeno, densidades de siembra y su efecto sobre la incidencia de enfermedades y productividad en arroz (Oryza sativa L.) En el municipio de Posoltega, Chinandega durante ciclo agrícola (2011-2012)* [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. Nicaragua. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/6002/1/222771.pdf>
16. Esqueda, V., Tosquy, O. y Flores, D. (2010). *Control de malezas en el cultivo de arroz de temporal en Veracruz*. <https://www.compucampo.com/tecnicos/controlmaleza-arroz-ver.pdf>
17. García, S. y Maradiaga, M. (2015). *Análisis de la Producción, Comercialización y Consumo de Arroz en Nicaragua (2009-2013)* [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. Nicaragua. <https://repositorio.unan.edu.ni/3357/1/17323.pdf>
18. Gobi, K., Ahmad-Hamdani, M. S., Zakaria, N., Dilipkumar, M., & Chuah, T. S. (2025). Tank mixture of propanil and quinclorac for inhibiting a bispyribac-sodium-resistant barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) biotype in Malaysia. *Advances in Weed Science*, 43, e020250107.



19. Iniciativas De Economía Alternativa y Solidaria. (2007). *La producción y el comercio internacional de arroz*. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/REE71I56p.pdf>
20. Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá. (2010). *Caracterización municipio de San Lorenzo, Boaco, Nicaragua*. <https://bvssan.incap.int/local/M/ME-143.pdf>
21. Jehangir, I. A., Raja, W., Hussain, A., Al-Shuraym, L. A., Sayed, S. M., Lone, A. H., Shah, Z. A., & Dar, E. A. (2024). Herbicide effectiveness and crop yield responses in direct-seeded rice: Insights into sustainable weed management. *Advances in Weed Science*, 42, e020240004. <https://doi.org/10.51694/AdvWeedSci/2024;42:00012>
22. Kalaitzidis, A., Kadoglidou, K., Mylonas, I., Ghoghoberidze, S., Ninou, E., & Katsantonis, D. (2025). Investigating the impact of tillering on yield and yield-related traits in European rice cultivars. *Agriculture*, 15(6), 616. <https://doi.org/10.3390/agriculture15060616>
23. Laguna-Dávila, J. y Alemán, F. (2018). Efecto del herbicida sulfentrazone 50 SC, en dos concentraciones, solo y en mezcla con clomazone 36 CS, para el control de malezas en el cultivo del arroz, Sébaco, época lluviosa, 2016. *La Calera*, Vol. 18(No.31), 69-80. <https://revistasnicaragua.cnu.edu.ni/index.php/CALERA/article/view/5133/5280>
24. Lombardi, M. A., & Al-Khatib, K. (2024). Control of *Echinochloa* spp. and *Leptochloa fascicularis* with the novel dihydroorotate dehydrogenase inhibitor herbicide tetflupyrolimet in California water-seeded rice. *Weed Technology*, 38(3). <https://www.cambridge.org/core/journals/weed-technology/article/control-of-echinochloa-spp-and-leptochloa-fascicularis-with-the-novel-dihydroorotate-dehydrogenase-inhibitor->



herbicide-tetflupyrolimet-in-california-waterseeded-
rice/7D1A776F7C78564017E6CF859B855F6D

25. Melo, J. (2021). *Evaluación del efecto de diferentes mezclas de herbicidas en el control de arvenses gramíneas en el cultivo de arroz Oryza Sativa L en la finca la primavera, Aguazul, Casanare* [Tesis de grado, Universidad de Pamplona]. Colombia. http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/2318/1/Melo_2021_TG.pdf
26. Meneses, R. (2008). *Manejo integrado de los principales insectos y ácaros plagas del arroz*. http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/libros/LIBRO_Manejo_Integrado_de_los_principales_insectos_y_acaros_plagas_del_arroz.pdf
27. Mera, R. (2016). *Efecto de niveles de nutrición edáfica y foliar en la incidencia del daño del barrenador del tallo (Diatraea saccharalis) en el cultivo de arroz en la zona de Babahoyo* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Ecuador. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3240/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
28. Morán, V. y Meza, M. (2023). *Caracterización de sistemas productivos de arroz (Oryza sativa L.) en el municipio de San Isidro, Matagalpa, Nicaragua, 2022* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria]. Nicaragua. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01m829c.pdf>
29. Moreno, M. (2015). *Efecto de la aplicación foliar de citoquininas sobre el macollamiento y enraizamiento de plantas de arroz* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del



Litoral]. Ecuador. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/30247/1/D-79998.pdf>

30. Narváez, A. y Chisica, W. (2021). *Efecto del uso de clases de coadyuvantes con herbicidas en tres épocas de aplicación para el control de malezas en el cultivo del arroz* [Tesis de grado, Universidad de los Llanos]. Barcelona. <https://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/handle/001/2809/Tesis%20Escrito%20Final-%20Efecto%20del%20uso%20de%20clases%20de%20coadyuvantes%20con%20herbicidas%20en%20tres%20%C3%A9pocas%20de%20aplicaci%C3%B3n%20para%20el%20control%20de%20malezas%20en%20el%20cultivo%20del%20arroz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
31. Pedroza, H. (1993). *Fundamentos de experimentación agrícola*. Managua, Nicaragua. Editora de arte. <https://cenida.una.edu.ni/textos/NC10P372.pdf>
32. Platero, A. y Salaberry, J. (2015). *Selectividad de distintos tratamientos herbicidas para el control de malezas en raigrás (*lolium multiflorum*) y efecto de la dosis de glifosato en su desecación* [Tesis de grado, Universidad de la Republica]. Uruguay. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/8691/1/4045pla.pdf>
33. Ramesha, Y. M., Bhanuvally, M., Gaddi, A. K., Krishnamurthy, D., & Umesh, M. R. (2017). Efficacy of propanil against weeds in direct seeded rice and its effect on succeeding crop. *International Journal of Plant & Soil Science*, 17(3), 1–7. <https://doi.org/10.9734/IJPSS/2017/33555>



34. Ruiz, N. (2012). *Informe de pasantías realizadas en la hacienda “Jesús María” 2005* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Ecuador. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/39864/1/D-79554.pdf>
35. Santana, F., Trueba, S., Villafuerte, A., Vera, W., Bravo, C. y Bravo, R. (2019). Evaluación de la selectividad del herbicida pledge, en mezcla con preemergentes en el cultivo de maíz (*Zea mays* L). *Revista Ciencia e Investigación*, Vol. 5(No.1), 75-89.
36. Secretaria de Agricultura y Ganadería. (2003). *Manual técnico para el cultivo de arroz (Oryza sativa)*. <https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-cultivo-del-arroz.pdf>
37. Sekhar, L., Ameen, M., & Jose, N. (2020). Herbicides and herbicide combinations for management of *Leptochloa chinensis* in wet-seeded rice. *Indian Journal of Weed Science*, 52(3), 211–216. <https://doi.org/10.5958/0974-8164.2020.00040.4>
38. Sivanesan, M., Manivannan, V., Prabu Kumar, G., Sritharan, N., & Prabu, P. C. (2023). Effect of herbicides combination on weed management and yield of direct wet seeded rice (*Oryza sativa* L.). *International Journal of Environment and Climate Change*, 13(9), 3434–3442. <https://doi.org/10.9734/IJECC/2023/v13i92594>
39. Takai, T. (2024). Potential of rice tillering for sustainable food production. *Journal of Experimental Botany*, 75(3), 708–720. <https://doi.org/10.1093/jxb/erad422>
40. Vargas, W. (2013). *Evaluación de tratamientos herbicidas preemergentes y postemergentes en el cultivo de arroz de riego, en la zona de Babahoyo* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo]. Ecuador. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/681/T-UTB-FACIAG-AGR-000041.pdf;jsessionid=78D7CC8605729219056D0F66E38B6261?sequence=7>



41. Verma, N. K., Chitale, S., Tiwari, N., & Manisha. (2024). Effect of herbicidal weed management on crop growth, weed density, weed biomass, yield and economics of direct-seeded rice (*Oryza sativa* L.): A review. *Journal of Experimental Agriculture International*, 46(11), 255–266. <https://doi.org/10.9734/JEAI/2024/v46i113049>
42. Vignola, R., Coto, K., Watler, W., Cespedes, A., Solís, A. y Morales, M. (2018). *Cultivo de arroz*. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-8148.pdf>
43. Vulchi, R., Guan, T., Clark, T., & Brim-DeForest, W. (2024). *Echinochloa* spp. response to preemergence and postemergence herbicides in California rice (*Oryza sativa* L.). *Frontiers in Agronomy*, 6, 1349008. <https://doi.org/10.3389/fagro.2024.1349008>
44. Wandaat, Y. E., Dzomeku, I. K., & Asekabta, K. B. (2024). Assessing the impact of combined tillage and herbicide weed management combinations on growth and yield of rice (*Oryza sativa* L.) in the Guinea Savannah agroecological zone of Ghana. *Asian Journal of Food Research and Nutrition*, 3(2), 390–404. <https://journalajfrn.com/index.php/AJFRN/article/view/141>
45. Zhang, L., Chen, K., Li, T., Yuan, S., Li, C., Bai, L., & Wang, L. (2023). Metabolomic and transcriptomic analyses of rice plant interaction with invasive weed *Leptochloa chinensis*. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1271303. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1271303>
46. Zurita, A. (2021). *Adaptación de cuatro variedades de arroz (Oryza sativa L.) A las condiciones agroclimáticas de Mocache, 2021* [Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Ecuador.



<https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/1971ef2d-61f0-4a4f-86e1-abc3f0243752/content>



IX. Cronograma de Actividades

Actividad	Días	Duración actividad	Material	Responsables
Preparación del terreno	0	1 día	Herramientas	Howard y Eva
Siembra	0	1 día	Semillas	Howard y Eva
1ra fertilización (S.D y A.C)	0	1 día	18-46-0	Howard y Eva
Aplicación Pre emergentes (S.D y A.C)	3 DDS	1 día	Clomazone, Clomazone + Diflufenican	Howard y Eva
Aplicación Post emergencia temprana (S.D y A.C)	1 DDG	1 día	Clomazone + Propanil	Howard y Eva
Control de insectos masticadores	5 DDG	1 día	Nairobi 24.7 SC	Howard y Eva
Evaluaciones pre emergente	7 DDA	1 día	Libreta	Howard y Eva
Evaluaciones post emergencia	7 DDA	1 día	Libreta	Howard y Eva
Control de ciperáceas y hoja ancha	10 DDG	1 día	Propanil 36 EC	Howard y Eva
Evaluaciones pre emergente	14 DDA	1 día	Libreta	Howard y Eva
Evaluaciones post emergencia	14 DDA	1 día	Libreta	Howard y Eva
2da fertilización (S.D y A.C)	18 DDG	1 día	Urea 46%	Howard y Eva



Control de ciperáceas, hoja ancha y gramíneas	20 DDG	1 día	Noweed 10 WP	Howard y Eva
Evaluaciones pre emergente	21 DDA	1 día	Libreta	Howard y Eva
Evaluaciones post emergencia	21 DDA	1 día	Libreta	Howard y Eva
Aplicación Post emergencia temprana (S.D y A.C)	22 DDG	1 día	Clomazone + Propanil	Howard y Eva
Control de langosta	22 DDG	1 día	Cipermetrina 25 EC	Howard y Eva
Control de bacterias y hongos	25 DDG	1 día	Tacre P-Cu-Nir 32 SC	Howard y Eva
Evaluaciones post emergencia	7 DDA	1 día	Libreta	Howard y Eva
Control de hongos	30 DDG	1 día	Kasumin 2 SL	Howard y Eva
Evaluaciones post emergencia	14 DDA	1 día	Libreta	Howard y Eva
Evaluaciones post emergencia	21 DDA	1 día	Libreta	Howard y Eva
Aplicación Post emergencia temprana (S.D y A.C)	44 DDG	1 día	Clomazone + Propanil	Howard y Eva
3ra fertilización (S.D y A.C)	44 DDG	1 día	Urea 46%	Howard y Eva
Evaluaciones post emergencia	7 DDA	1 día	Libreta	Howard y Eva
Evaluaciones post emergencia	14 DDA	1 día	Libreta	Howard y Eva
Aplicación de microelementos	60	1 día	Tacre K-Nir plus	Howard y

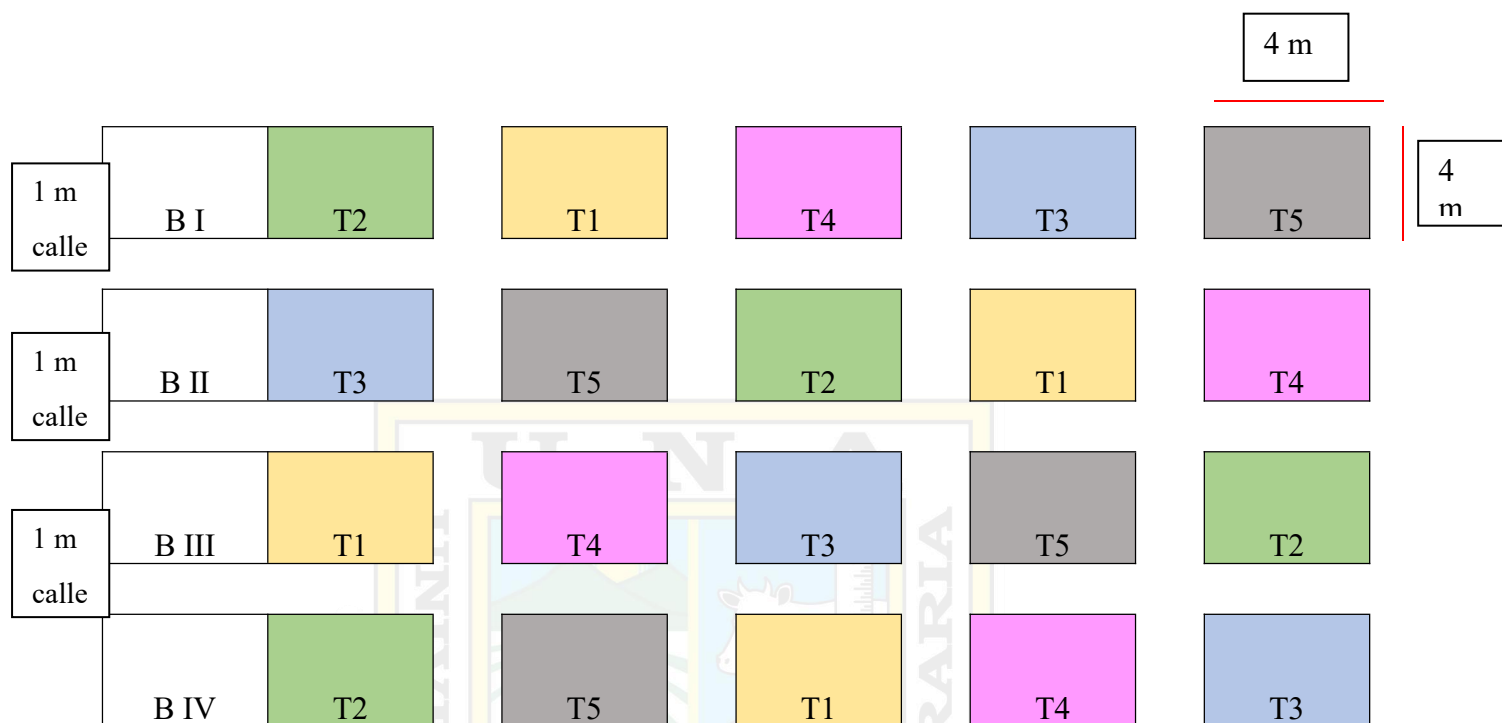


	DDG			Eva
Control de bacterias y hongos	62 DDG	1 día	Tacre P-Cu-Nir 32 SC	Howard y Eva
Control de insectos masticadores, chupadores y minadores	64 DDG	1 día	Amistar Xtra 28 SC	Howard y Eva
Evaluaciones post emergencia	21 DDA	1 día	Libreta	Howard y Eva
Control de ácaros	66 DDG	1 día	TriDelta 36 EC	Howard y Eva
Aplicación Post emergencia temprana (S.D y A.C)	66 DDG	1 día	Clomazone + Propanil	Howard y Eva
Mayor peso y calidad del grano	68 DDG	1 día	Tacre K-Nir plus	Howard y Eva
Aplicación de boro	70 DDG	1 día	Tacre B-Nir	Howard y Eva
Evaluaciones post emergencia	7 DDA	1 día	Libreta	Howard y Eva
Control del manchado de grano	75 DDG	1 día	Amistar 50 WG	Howard y Eva
Control de chinches	80 DDG	1 día	Tempano Gold	Howard y Eva
Evaluaciones post emergencia	14 DDA	1 día	Libreta	Howard y Eva
Control de enfermedades	85 DDG	1 día	Difenpro 300 EC	Howard y Eva
Evaluaciones post emergencia	21 DDA	1 día	Libreta	Howard y Eva
Aplicación Post emergencia temprana (S.D y A.C)	88 DDG	1 día	Clomazone + Propanil	Howard y Eva



Control de chinches	90 DDG	1 día	Actara 25 WG	Howard y Eva
Aplicación de boro	95 DDG	1 día	Tacre B-Nir	Howard y Eva
Evaluaciones post emergencia	7 DDA	1 día	Libreta	Howard y Eva
Control de chinches	100 DDG	1 día	Actara 25 WG	Howard y Eva
Aplicación de boro	102 DDG	1 día	Tacre B-Nir	Howard y Eva
Evaluaciones post emergencia	14 DDA	1 día	Libreta	Howard y Eva
Control de bacterias	105 DDG	1 día	Oxamicina 25 CS	Howard y Eva
Control del chinche	108 DDG	1 día	Tempano Gold	Howard y Eva
Evaluaciones post emergencia	21 DDA	1 día	Libreta	Howard y Eva
Cosecha	110 DDG	1 día	Maquinas	Howard y Eva

4. PLANO NO CAMPO



T1	Hyperion (Diflufenican 25%), penuxulan 5 %). preemergencia total
T2	Snap (Oxidiazon 75%). post emergencia
T3	Cover (Thiobercard 40%). Preemergencia total / Eros Gold (pirozolfuron etil 0.75%. pretilachor 30%) + propanil 48%. Post emergencias
T4	Propanil 48%+ Dakota (Clomazone 48%) + Yoga (Diflufenican) - Post emergencias
T5	Testigo absoluto (sin aplicación)

X. ANEXOS

Tabla 4. Ejemplo de ficha de campo para el levantamiento de numero de macollos del cultivo por tratamiento

Tratamiento	Fecha del levantamiento	DDG	Número de macollos
T1			
T2			
T3			
T4			
T5			

Fuente: Elaboración propia

