



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Agronomía

Validación de métodos de control de enfermedades fungosas y malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) sobre variables de crecimiento y rendimiento, en el cantón Macará, provincia de Loja.

Trabajo de Integración Curricular,
previo a la obtención del título de
Ingeniero Agrónomo

AUTOR:

Cesar Steve Arevalo Gallo

DIRECTOR:

P Ing. Johnny Fernando Granja Travez Mg. Sc.

Loja - Ecuador

2024

Certificación

Loja, 25 de octubre del 2024

Ing. Johnny Fernando Granja Trávez Mg.Sc

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de la elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Validación de métodos de control de enfermedades fungosas y malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) sobre variables de crecimiento y rendimiento, en el cantón Macará, provincia de Loja**, previo a la obtención del Título de **Ingeniero Agrónomo**, de la autoría del estudiante **Cesar Steve Arevalo Gallo** con cedula de identidad Nro. **1104532849**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

Ing. Johnny Fernando Granja Trávez Mg.Sc

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Autoría

Yo, **Cesar Steve Arevalo Gallo**, declaro ser autor del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular, en el Repositorio Digital Institucional-Biblioteca Virtual.



Firma:

Cédula de identidad: 1104532849

Fecha: 25 de octubre del 2024

Correo electrónico: cesar.arevalo@unl.edu.ec

Teléfono: 0959537654

Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Integración Curricular.

Yo, **Cesar Steve Arevalo Gallo**, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Validación de métodos de control de enfermedades fungosas y malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) sobre variables de crecimiento y rendimiento, en el cantón Macará, provincia de Loja**, como requisito para obtener el título de **Ingeniero Agrónomo**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja, a los veinticinco días del mes de octubre del dos mil veinticuatro



Firma:

Autora: Cesar Steve Arevalo Gallo

Cédula: 1104532849

Dirección Ibarra entre avenida Cuxibamba y Ambato

Correo electrónico: cesar.arevalo@unl.edu.ec

Teléfono: 0959537654

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director del Trabajo de Integración Curricular

Ing. Johnny Fernando Granja Travez Mg. Sc

Dedicatoria

El presente Trabajo de Integración Curricular lo ofrezco, primeramente, a Dios por derramar sus bendiciones sobre mí y llenarme de su fuerza para vencer todos los obstáculos que he atravesado a lo largo de los años.

A mi querida madre, Frecia Gallo, por su amor incondicional y su incansable apoyo durante todas las etapas de mi vida. Mi vida entera es tuya, y por eso te dedico este trabajo en homenaje a tu paciencia y amor, madre mía.

A mi familia, por su apoyo incansable, por siempre impulsarme a ser mejor y lograr con éxito mi carrera. Quiero enfatizar en mi abuelita, Matilde Rosillo, quien con su bendición diaria protege mi vida y me guía por el buen camino.

A mi abuelo, Franco Gallo, que me dio tanto: me enseñó a reír y, con la verdad, a enfrentar el llanto. Fue mi padre, mi fiel compañero, mi amigo del alma, mi mentor y mi más grande ídolo. Gracias por darme el orgullo que llevo en el corazón, el honor de tenerte como abuelo y por brindar tu apoyo a tus once nietos. Una persona solo muere realmente cuando se le olvida y cuando no deja un legado. Como una pequeña parte de tu legado humano, te dedico este trabajo. Te quiero y nunca te olvidaré.

A mis amigos: Jhandry, Michelle, Angie, Alejandro, Kevin, Afranio y Joseph por brindarme su amistad y compañía en este camino.

Cada uno de ustedes ha sido una parte esencial de mi viaje; este logro es un tributo a su aliento y apoyo constante.

Cesar Steve Arevalo Gallo

Agradecimiento

Quiero expresar mi gratitud a la Universidad Nacional de Loja, por brindarme la oportunidad de adquirir conocimientos y desarrollarme integralmente dentro de sus aulas.

Mi reconocimiento al Ing. Jhonny Granja, tutor de titulación, por su apoyo constante y las enseñanzas impartidas tanto dentro como fuera del ámbito académico.

Extiendo mi agradecimiento al Ing. Santiago Vásquez por su disposición para guiarme con orientaciones, sugerencias y correcciones que han sido clave en mi formación profesional.

Un especial agradecimiento a INTEROC, cuya colaboración fue esencial para la realización de esta tesis. El conocimiento compartido por su equipo enriqueció significativamente mi comprensión y aportó una perspectiva crucial para el desarrollo de este proyecto.

Mi sincero reconocimiento al Ing. Diego Granda, Representante Técnico de INTEROC, por compartir su experiencia en campo, ser un amigo y un apoyo constante.

Al Ing. Jorge Astudillo, Coordinador Técnico Comercial de INTEROC, le extiendo mi gratitud por sus consejos y valiosas enseñanzas que me han servido tanto en lo profesional como en lo personal.

También agradezco al Sr. Víctor Azuero y al Ing. Marcelo Granda por su colaboración durante la implementación y desarrollo del proyecto en campo. No habría logrado solo lo que conseguimos juntos en ese espacio de terreno donde compartimos risas, conocimiento y momentos agradables.

Finalmente, agradezco a mi familia por su apoyo incondicional durante todo este largo proceso. Son los mejores.

Cesar Steve Arevalo Gallo

Índice de contenido

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	vi
Índice de contenido	vii
Índice de tablas.....	x
Índice de figuras	xi
Índice de anexos	xiii
1. Título	1
2. Resumen	2
Abstract	3
3. Introducción	4
Objetivos	6
4. Marco teórico	7
4.1. Generalidades del cultivo de arroz	7
4.1.1. Morfología de la planta	7
4.1.2. Fenología de la planta.....	7
4.1.3. Variedades	7
4.2. Generación del rendimiento en arroz	7
4.3. Componentes del rendimiento	8
4.3.1. Numero de granos por m ²	9
4.3.2. Peso promedio del grano	9
4.3.3. Panículas por m ²	9
4.3.4. Espiguillas por panícula	9
4.3.5. Porcentaje de llenado de espiguilla	9
4.4. Producción del cultivo	10
4.4.1. Producción mundial.....	10
4.4.2. Producción nacional	10
4.5. Malezas en el cultivo de arroz	10
4.5.1. Arroz maleza	10
4.5.2. Complejo Echinochloa	11

4.5.3. El complejo Cyperus	11
4.5.4. Juncos y juncos espinosos	11
4.6. Principales enfermedades fungosas en el cultivo de arroz.....	11
4.6.1. Quemazón (<i>Pyricularia oryzae</i>).....	11
4.6.2. Pudrición negra del pie del arroz (<i>Gaeumannomycesgraminis</i> var. <i>graminis</i>)	11
4.6.3. Manchado de granos (complejo de hongos).....	11
4.7. Estrategias de manejo	12
4.7.1. Enfermedades fungosas	12
4.7.1.1. Control químico.....	12
4.7.1.2. Control biológico.....	12
4.7.1.3. Medidas culturales.....	12
4.7.2. Malezas.....	13
4.7.2.1. Control químico.....	13
4.7.2.2. Medidas culturales.....	13
4.7.2.3. Medidas físicas	13
4.8. Productos empleados.....	13
4.8.1. Herbicidas.....	13
4.8.2. Fungicidas.....	14
4.8.3. Coadyugantes	14
4.9. Antecedentes	14
4.9.1. Malezas.....	14
4.9.2. Enfermedades fungosas en el cultivo de arroz	15
5. Metodología	17
5.1. Ubicación de sectores de investigación.....	17
5.2. Metodología general.....	17
5.2.1. Tipo de investigación.	19
5.2.2. Diseño Experimental	19
5.3. Modelo estadístico	20
5.4. Metodología para el primer objetivo: “Comprobar la respuesta de crecimiento, en el cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) con diferentes métodos de control de enfermedades fungosas y malezas en el cantón Macará, provincia de Loja”.	21
5.5. Metodología para el segundo objetivo: “Determinar la respuesta de rendimiento, en el cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) con diferentes métodos de control de enfermedades fungosas y malezas en el cantón Macará, provincia de Loja”.	21

6. Resultados	23
6.1. Variables de crecimiento	23
6.1.1. Diversidad de malezas	23
6.1.2. Altura de la planta	23
6.1.3. Número de macollos	24
6.2. Variables de rendimiento	25
6.2.1. Grano vano	26
6.2.2. Número de panículas	27
6.2.3. Peso de 1000 granos	27
6.2.4. Número de granos por panícula.....	28
6.2.5. Rendimiento	29
6.2.6. Índice de cosecha.....	30
6.2.7. Calidad molinera	30
7. Discusiones	32
8. Conclusiones	39
9. Recomendaciones	40
10. Bibliografía	41
11. Anexos	50

Índice de tablas

Tabla 1. Descripción de los tratamientos aplicados en el estudio.....	18
Tabla 2. Dosis de los tratamientos.	19

Índice de figuras

Figura 1. Factores que determinan el rendimiento del grano.	8
Figura 2. Ubicación geográfica el cantón Macará, perteneciente a la provincia de Loja.	17
Figura 3. Diseño experimental de los tratamientos utilizados en el estudio. La numeración de los tratamientos corresponde a la tabla 1.	20
Figura 4. Índices de diversidad de Shannon-Weaver (color negro) y de Simpson (color gris) para las poblaciones de malezas generados para el estudio en general.	23
Figura 5. Altura de la planta generada a partir de los diferentes tratamientos de herbicida. Las barras con letras diferentes en la parte superior evidencian diferencia estadísticamente significativa.	24
Figura 6. Altura de la planta generada a partir de los diferentes tratamientos de fungicida. Las barras con letras diferentes en la parte superior evidencian diferencia estadísticamente significativa.	24
Figura 7. Número de macollos en la planta generado a partir de los diferentes tratamientos. Las barras con letras diferentes en la parte superior evidencian diferencia estadísticamente significativa.	25
Figura 9. Porcentaje de granos vanos generado a partir de los diferentes tratamientos de fungicida. Las barras con letras diferentes en la parte superior evidencian diferencia estadísticamente significativa.	26
Figura 10. Número de panículos por metro cuadrado generado a partir de los diferentes tratamientos. Las barras con letras diferentes en la parte superior evidencian diferencia estadísticamente significativa.	27
Figura 11. Peso de 1000 granos generado a partir de los diferentes tratamientos. No se colocan letras en la parte superior de las barras debido a que no existe diferencia estadísticamente significativa.	28
Figura 12. Número de granos por panícula generado a partir de los diferentes tratamientos de fungicida. Las barras con letras diferentes en la parte superior evidencian diferencia estadísticamente significativa.	29
Figura 13. Rendimiento de las plantas generado a partir de los diferentes tratamientos de fungicida. Las barras con letras diferentes en la parte superior evidencian diferencia estadísticamente significativa.	29
Figura 14. Índice de cosecha generado a partir de los diferentes tratamientos de fungicida. Las barras con letras diferentes en la parte superior evidencian diferencia estadísticamente significativa.	30

- Figura 15.** Comparativa entre porcentaje de grano entero (color negro) generado a partir de los diferentes tratamientos de herbicidas y porcentaje de grano partido (color gris) generado a partir de los diferentes tratamientos de herbicida. Las barras con letras diferentes en la parte superior evidencian diferencia estadísticamente significativa. 31
- Figura 16.** Regresión de los componentes del rendimiento: número de granos por m² (a) y número de panículas por m² (b) en relación al rendimiento (kg/ha). El número de granos por m² presentó una correlación positiva respecto a rendimiento ($r=0,9619$; $p<0,001$) y la ecuación representativa es ($Y = 4,680*X + 541,7$). El número de panículas por m² presentó una relación positiva respecto a rendimiento ($r=0,5539$; $p<0,001$) y la ecuación representativa es ($Y = 0,002571*X - 3,880$). 35
- Figura 17.** Regresión de los componentes del rendimiento: Materia seca (g / m²) (a) y Índice de cosecha (b) en relación al rendimiento (kg/ha). La Materia seca (g / m²) presentó una relación positiva respecto a rendimiento ($r=0,5705$; $p<0,001$) y la ecuación representativa es ($Y = 0,1090*X + 560,2$). El Índice de cosecha presentó una correlación positiva respecto a rendimiento ($r=0,5291$; $p<0,001$) y la ecuación representativa es ($Y = 4,02e-0,05*X - 0,2527$). 36
- Figura 18.** Relación de Granos partidos (%) en relación a Granos enteros (%). La relación fue positiva ($r=0,8901$; $p<0,001$) y la ecuación representativa es ($Y = -0,8249*X + 82,24$). 37

Índice de anexos

Anexo 1. Ficha técnica de herbicida utilizado en los tratamientos T2, T3, T5 y T6.....	50
Anexo 2. Ficha técnica de herbicida utilizado en los tratamientos T1 y T4.....	50
Anexo 3. Ficha técnica del primer fungicida utilizado en los tratamientos T4, T5 y T6.	51
Anexo 4. Ficha técnica del segundo fungicida utilizado en los tratamientos T4, T5 y T6.....	51
Anexo 5. Ficha técnica de fungicida utilizado en los tratamientos T1, T2 y T3.....	52
Anexo 6. Ficha técnica de coadyuvante utilizado en los tratamientos T3 y T6.	52
Anexo 7. Ficha técnica de regulador de pH utilizado en los tratamientos T3 y T6.....	53
Anexo 8. Fanguero del terreno.....	53
Anexo 9. Elaboración de bandejas germinadoras.....	54
Anexo 10. Emergencia de plántulas en bandejas germinadoras.....	54
Anexo 11. Trasplante de plántulas.....	54
Anexo 12. Preparación de tratamientos	55
Anexo 13. Aplicación de tratamientos.....	55
Anexo 14. Productos aplicados.....	55
Anexo 15. Medición de altura de la planta.....	56
Anexo 16. Contabilización de número de macollos.	56
Anexo 17. Obtención de datos de diversidad de maleza.	56
Anexo 18. Registro de datos de manchado del grano.....	57
Anexo 19. Contabilización de datos de índice de pilada.....	57
Anexo 20. Probador del sistema de prueba del arroz “Pequeña fresadora Jgj8098”.....	57
Anexo 22. Cultivo de arroz.....	58
Anexo 23. Resultados del ANOVA de la variable altura de la planta (p valor significativo < 0,05).....	58
Anexo 24. Resultados del ANOVA de la variable número de macollos (p valor significativo < 0,05).....	58
Anexo 25. Resultados del ANOVA de la variable número de granos por panícula (p valor significativo < 0,05).....	59
Anexo 26. Resultados del ANOVA de la variable manchado del grano (p valor significativo < 0,05).....	59
Anexo 27. Resultados del ANOVA de la variable grano vano (p valor significativo < 0,05) .	59
Anexo 28. Resultados del ANOVA de la variable rendimiento (p valor significativo < 0,05).	59

Anexo 29. Resultados del ANOVA de la variable índice de cosecha (p valor significativo < 0,05).....	60
Anexo 30. Resultados del ANOVA de la variable granos enteros (p valor significativo < 0,05).	60
Anexo 31. Resultados del ANOVA de la variable granos partidos (p valor significativo < 0,05).	60
Anexo 32. Resultados del ANOVA de la variable peso de 1000 granos (p valor significativo < 0,05).....	60
Anexo 33. Certificación de la traducción del resumen.....	61

1. Título

Validación de métodos de control de enfermedades fungosas y malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) sobre variables de crecimiento y rendimiento, en el cantón Macará, provincia de Loja.

2. Resumen

En Ecuador, el arroz es un alimento básico y un cultivo de gran importancia socioeconómica. En 2020, la producción nacional fue de 1 336 502 toneladas, de las cuales la provincia de Loja, en la región sur, aportó con 78 059 toneladas. Sin embargo, el uso inadecuado de productos químicos para controlar enfermedades fungosas y malezas ha reducido el rendimiento del cultivo. La falta de capacitación en prácticas sostenibles y manejo integrado ha agravado el problema, provocando resistencia y afectando la salud del suelo y la calidad del producto. Por ello, es crucial educar a los agricultores y promover prácticas agrícolas responsables. Esta investigación se centró en identificar la respuesta de crecimiento y rendimiento del arroz utilizando diferentes métodos de control de enfermedades fungosas y malezas. Se empleó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con arreglo bifactorial, evaluando variables de crecimiento como la diversidad de malezas, altura de la planta y número de macollos. Para el rendimiento, se evaluaron el manchado del grano, granos vanos, número de panículas, peso de 1000 granos, número de granos por panícula, rendimiento, índice de cosecha y calidad molinera. Los resultados mostraron que la diversidad de malezas fue más favorable a los 30 días del trasplante. En cuanto a altura, el herbicida Florpyrauxifen-benzyl + Cyhalofop-butyl y el fungicida Difenoconazole + Pyraclostrobin - Azoxystrobin + Tridemorph alcanzaron las mejores alturas (95,32 cm y 93,60 cm, respectivamente). El tratamiento T6 fue superior en número de macollos (25,3) y panículas (13,30). Además, Difenoconazole + Pyraclostrobin - Azoxystrobin + Tridemorph logró un mejor control del manchado del grano (2,17 %) y granos vanos (1,01 %). Aunque no hubo diferencias significativas en el peso de 1000 granos, el rendimiento y la calidad molinera mejoraron con Difenoconazole + Pyraclostrobin - Azoxystrobin + Tridemorph, destacando su eficacia en el control de enfermedades y el rendimiento del cultivo.

Abstract

In Ecuador, rice is a staple food and a crop of great socioeconomic importance. In 2020, national production was 1,336,502 tons, of which the province of Loja, in the southern region, contributed 78,059 tons. However, the inappropriate use of chemicals to control fungal diseases and weeds has reduced crop yields. Lack of training in sustainable practices and integrated management has aggravated the problem, causing resistance and affecting soil health and product quality. Therefore, it is crucial to educate farmers and promote responsible agricultural practices. This research focused on identifying the growth and yield response of rice using different fungal disease and weed control methods. A completely randomized experimental design (CRD) with bifactorial arrangement was used, evaluating growth variables such as weed diversity, plant height and number of tillers. For yield, grain spotting, empty kernels, number of panicles, 1000 kernel weight, number of kernels per panicle, yield, harvest index and milling quality were evaluated. The results showed that weed diversity was most favorable 30 days after transplanting. In terms of height, the herbicide Florpyrauxifen-benzyl + Cyhalofop-butyl and the fungicide Difenoconazole + Pyraclostrobin - Azoxystrobin + Tridemorph reached the best heights (95.32 cm and 93.60 cm, respectively). Treatment T6 was superior in number of tillers (25.3) and panicles (13.30). In addition, Difenoconazole + Pyraclostrobin - Azoxystrobin + Tridemorph achieved a better control of grain spotting (2.17 %) and empty kernels (1.01 %). Although there were no significant differences in 1000-grain weight, yield and milling quality improved with Difenoconazole + Pyraclostrobin - Azoxystrobin + Tridemorph, highlighting its efficacy in disease control and crop yield.

3. Introducción

El arroz es una gramínea que en Latinoamérica es de esencial importancia alimenticia, además en Ecuador es un alimento básico en la dieta de los ecuatorianos y un cultivo con alta relevancia socioeconómica, por la seguridad alimentaria que prevé y por la contribución con la economía de sectores productores de arroz. La producción en Ecuador en el año 2020 fue de 1 336 502 t, concentrándose la mayor producción en la provincia del Guayas con una producción de 879 934 t, mientras que en Loja obtuvo una producción de 78 059 t teniendo un rendimiento promedio por hectárea a nivel nacional de 4,3 t ha⁻¹, en el cual el mayor rendimiento se registró en la provincia con 5,4 t/ha (CFN, 2022).

En la provincia de Loja, se cultiva arroz en los cantones de Macará y Zapotillo, estos dos cantones presentan las condiciones edafoclimáticas propicias para este tipo de cultivo, siendo zonas que se caracterizan por su clima cálido – seco y temperaturas altas (MAG, 2020). En los cantones mencionados anteriormente la producción es de 130 q ha⁻¹, lo cual supera la media en Ecuador que se encuentra en 110 q ha⁻¹, siendo principalmente pequeños agricultores con una extensión de entre dos a cuatro hectáreas de cultivo de arroz (BCE, 2019).

Entre los diversos problemas del cultivo que afecta el desarrollo y el rendimiento son los siguientes; uso inadecuado de productos químicos para el control de enfermedades fungosas y malezas, esto se debe a el mal asesoramiento técnico, dosificaciones inadecuadas y mal rotación de productos químicos, gradualmente ha generado resistencia a los fitopatógenos que son causales de pérdidas económicas de hasta el 50 % al 60 % en el cultivo (Dass et al., 2017). Los controles actuales, como el deshierbe manual para las malezas y el uso de fungicidas de contacto para las enfermedades fungosas, son insostenibles a largo plazo. Entre las principales causas tenemos; la escasez de mano de obra, el incremento de los costos, el aumento de la resistencia de las enfermedades y las malezas, la dependencia de las condiciones meteorológicas, entre otros factores (Awan et al., 2015).

La dependencia a largo plazo de los pesticidas es insostenible, dada la resistencia a enfermedades y plagas, reflejada en rendimientos reducidos (Mairghany *et al.*, 2018). Adicionalmente, los factores biológicos que causan enfermedades han agravado mucho más está problemática (Iglesias y Batista, 2018). De igual forma, el pobre asesoramiento a pequeños agricultores para el manejo del cultivo, tecnologías básicas, etc. Ha ido gradualmente empeorando la situación (Cadena Piedrahita *et al.*, 2020). Sin embargo, ya se han venido realizando trabajos investigativos que pretenden dar un avance para contribuir a esta problemática, es el caso de Akter *et al.*, (2023) quienes exponen haber obtenido un mejor

crecimiento y un mayor rendimiento de arroz por medio de fungicidas sistémicos a los cuales se les proporcione una rotación. De igual forma Cherati *et al.*, (2011) mediante la aplicación de 5 tratamientos entre estos: (I) tratamiento de control, en el que no se desherbó (II) tres desherbados manuales, (III) aplicación de herbicida comercial (Butachlor® 2-cloro-dietil-N-acetanilida), (IV) aplicación de desherbado mecánico sin fuerza motriz y (V) escarda mecánica con motor, a partir de lo cual concluyeron que, existe influencia de cada uno de los tratamientos mencionados en los atributos de crecimiento y rendimiento.

Las investigaciones previamente mencionadas, sugieren que el cultivo de arroz depende mucho del empleo de técnicas correctas de control de malezas y enfermedades fungosas. Por lo tanto, de aquí surge la necesidad de comprobar cuales de estas técnicas tendrían mayor viabilidad para las explotaciones arroceras presentes en el cantón Macará, provincia de Loja; esperando respuestas positivas en términos de rendimiento y crecimiento. Y, mediante estos resultados, contribuir con conocimiento para la formación del agricultor respecto al manejo adecuado de sus cultivos.

Objetivos

Objetivo general

- ❖ Identificar la respuesta de crecimiento y rendimiento, en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) con diferentes métodos de control de enfermedades fungosas y malezas en el cantón Macará, provincia de Loja

Objetivos específicos

- Comprobar la respuesta de crecimiento, en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) con diferentes métodos de control de enfermedades fungosas y malezas en el cantón Macará, provincia de Loja.
- Determinar la respuesta de rendimiento, en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) con diferentes métodos de control de enfermedades fungosas y malezas en el cantón Macará, provincia de Loja.

4. Marco teórico

4.1. Generalidades del cultivo de arroz

4.1.1. Morfología de la planta

La planta de arroz (*Oryza sativa* L.) tiene un ciclo vegetativo anual es de tipo herbácea, tiene dos tipos de raíces seminales o temporales y las adventicias o permanentes, el tipo tallo es de forma redonda, nudosa, hueca. Cuenta con una hoja bandera y las secundarias distribuidas de forma alternas de lámina plana y reducida, estas últimas se incorporan por las vainas. La parte principal más aprovechada es el grano distinguido por una forma cariósida y protegido por las glumillas los vestigios de la flor (MAPA, 2024).

4.1.2. Fenología de la planta

El cultivo de arroz consiste con 3 fases de desarrollo en las cuales la planta crece de manera exponencial, estas comprenden un periodo de entre 30 a 35 días, comienza su ciclo con la germinación, iniciando la fase vegetativa y terminando la misma con la aparición de la panícula, posteriormente la fase reproductiva radica desde el último punto mencionado hasta la floración, terminando con la fase de maduración que termina con la madurez fisiológica del grano (Bajaña *et al.*, 2023).

4.1.3. Variedades

En Ecuador el área de siembra se basa en pocas variedades dependiendo del periodo en el que se cultiva, como entre los años 1976-1981 en donde predominó el cultivar IR880-C9, mientras que el cultivar J-104 predominó en 1982 hasta el 2000 (Borja *et al.*, 2020).

Zambrano *et al.* (2019) menciona que las principales variedades que se siembran en el territorio ecuatoriano en la actualidad son INIAP 14, INIAP 11 e INIAP 15, SFL 09 y SFL 011, destacando una mayor utilización por parte de los agricultores de las variedades liberadas por las entidades estatales, seguidas de las liberadas por empresas privadas, además hay que destacar que existen variedades peruanas no identificadas utilizadas en zonas fronterizas.

4.2. Generación del rendimiento en arroz

El rendimiento del arroz está determinado por componentes tanto, directos e indirectos ligados a la fuente y tamaño del sumidero, como: número de granos por panícula, peso de los granos, número de macollos, arquitectura de la panícula, fecha de espigado, etc (Sen *et al.*, 2024), adicionalmente el potencial del rendimiento del cultivo depende de la : eficacia de captura de luz, utilización en biomasa y eficacia de fraccionamiento de la biomasa de granos (Ambavaram *et al.*, 2014).

De igual manera el rendimiento del arroz puede verse afectado por diversos factores, mismos que se mencionan a continuación:

- **Factores ambientales:** déficit hídrico que llega afectar a características como el número de panículas y espiguillas por panícula, altura de planta, biomasa aérea, numero de macollos raíces y hojas, además de otras funciones como: fotosíntesis, transpiración y conductancia (López Hernández *et al.*, 2018).
- **Prácticas agrícolas:** el manejo que practican los agricultores estaría determinando el rendimiento del cultivo, se incluye actividades como: elección de la variedad, manejo del agua, manejo integrado de plagas y enfermedades (Quintero, 2009), particularmente la nutrición está ligada directamente ligada con el decrecimiento al rendimiento y la reducción de la calidad del grano de arroz (Cedeño *et al.*, 2018)

Adicionalmente se presenta un resumen de los factores que contribuyen a la limitación del rendimiento del grano (Figura 1)

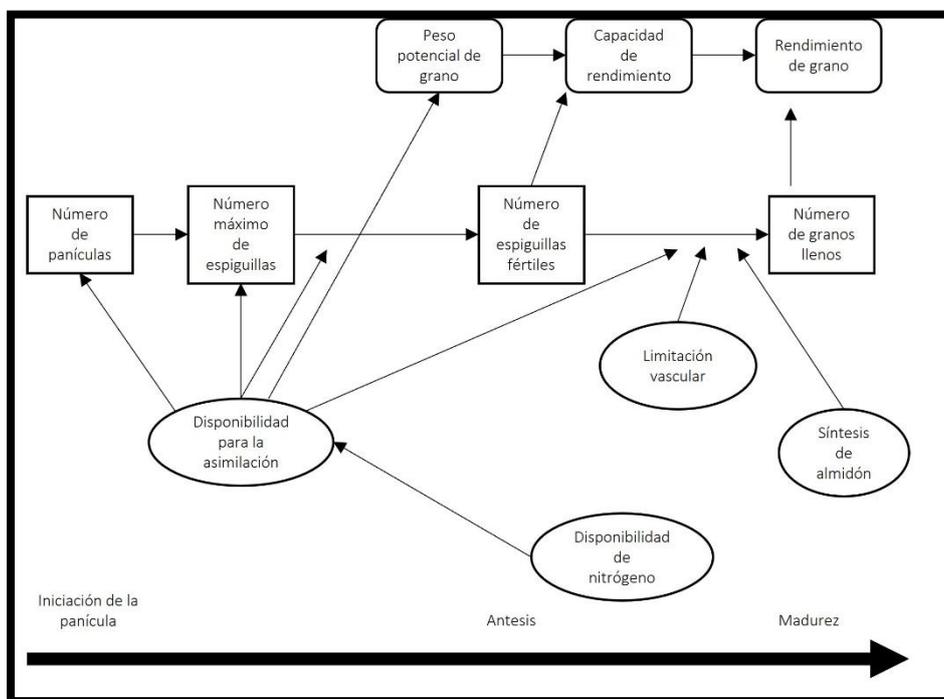


Figura 1. Factores que determinan el rendimiento del grano.

4.3. Componentes del rendimiento

Existe un crecimiento proporcional entre los diferentes componentes de rendimiento con respecto a la fenología que se presenta en el cultivo, de tal manera que cada uno de los componentes aparecerá en determinado momento del cultivo y a su vez son definidos por diversas estructuras. Según Liao *et al.* (2024) y Satorre *et al.* (2004) el rendimiento del grano de arroz está determinado por diferentes componentes como: panículas por m², espiguillas por panícula, porcentaje de llenado de espiguilla, número de granos por m² y peso promedio del

grano son los componentes principales que explican el rendimiento. Otros tipos de factores externos que componen el rendimiento son la producción de biomasa y el índice de cosecha (Panda *et al.*, 2023)

4.3.1. Numero de granos por m²

Es importante mencionar que el número de granos por metro cuadrado es un determinante para el rendimiento del arroz. Este se ve determinado por número de panículas por metro cuadrado y numero de granos por panícula. Además, al igual que otros componentes este se ve limitado por factores como variedad del arroz, condiciones de crecimiento y manejo (López Hernández *et al.*, 2018).

4.3.2. Peso promedio del grano

El peso del grano es un factor determinante para la producción del rendimiento de una sola planta de arroz y otros cereales (Sen *et al.*, 2024). Este viene determinado por características morfométricas como: longitud, anchura y grosor del grano (Li *et al.*, 2021).

Además de otras características químicas y fisiológicas relacionadas con el almidón sintetizado en el endospermo a partir de los carbohidratos solubles producidos en las hojas durante esta fase, los cuales fluyen hacia el ovario por los tejidos conductores (Jarma *et al.*, 2010).

4.3.3. Panículas por m²

Este componente se ve afectado por la radiación solar y la disponibilidad de nitrógeno durante el ahijamiento (Murata *et al.*, 1975). Adicionalmente, los factores ambientales y de manejo que son efectivos durante el crecimiento temprano aumentan la densidad de panículas e influyen en el rendimiento de grano (Boonjung y Fukai, 1996).

4.3.4. Espiguillas por panícula

El número de espiguillas por panícula se relaciona estrechamente con el contenido de N que presenta la vaina foliar durante las semanas previas a floración (Ortiz, 2005; Singh & Murayama, 1963)

4.3.5. Porcentaje de llenado de espiguilla

Es importante debido a que un deficiente de la espiguilla s podría atribuirse a la incapacidad de los órganos fuente para generar y exportar suficiente fotoasimilado al sumidero de la panícula, es decir, a una fuente limitada. Alternativamente, el llenado deficiente de la espiguilla también puede resultado de la incapacidad del sumidero para importar y almacenar

fotoasimilado, incluso si se suministran suficientes asimilados desde los órganos fuente, es decir, limitado por el sumidero (Ma et al., 1990)

4.4. Producción del cultivo

4.4.1. Producción mundial

Los principales productores de arroz a nivel mundial son: China, Indonesia, India, Japón, Bangladesh, Vietnam, Tailandia, Myanmar, Italia, España, Rusia, Grecia y Portugal, Estados Unidos, Brasil, Colombia, Perú y Argentina, Egipto, Nigeria, Madagascar y Costa de Marfil (Rodríguez-González et al., 2020). FAO (2022) informa que la producción mundial de este grano en 2021 aumentó un + 0,9 % respecto a la temporada, produciendo un 518,4 Mt.

En el año 2021 China obtuvo una producción de 213 Mt, siendo el principal benefactor de este cereal, seguido por los países de India y Bangladés, marcando una tendencia de producción en este continente (Orús, 2023).

El pronóstico de producción para los años 2023 - 2024 aumenta a 526,4 Mt, incrementando en un 0,5 % la producción anual de 2021 – 2022, siendo los principales países causantes de este aumento Asia y la expansión de la África y los Estados Unidos de América (FAO, 2024).

4.4.2. Producción nacional

En Ecuador las principales provincias productoras de arroz en el año 2021, se ubican mayormente en la región costa; Guayas se destacó como la primera provincia productora obteniendo una producción de 940,57 kt representando un 63 % del porcentaje nacional, Los Ríos obtuvo 452,21 kt, representado el 30 % del porcentaje nacional, Manabí obtuvo 41,08 kt, representado el 3% del porcentaje nacional, mientras que la última provincia de la región costa en destacar fue El Oro con una producción de 10,21 y un 1 % en el porcentaje nacional, mientras que en la región sierra la provincia relevante en la producción es Loja con un 48,46 kt, representando el 3 % del porcentaje nacional, el resto del país obtuvo un 11,70 kt de producción, representando el 1 % de la producción nacional (CFN, 2022).

4.5. Malezas en el cultivo de arroz

Kraehmer et al. (2016) ofrecen el siguiente compilado de las principales malezas que aquejan al cultivo de arroz:

4.5.1. Arroz maleza

Se trata de un complejo de especies de *Oryza* entre híbridos y biotipos especiales. Se han reportado en países asiáticos especies silvestres como: *Oryza rufipogon* Griff. y *Oryza nivara* , que en ocasiones compiten con el arroz cultivado (Kuroda et al., 2006). Existen también otros biotipos de arroz maleza que se derivan de *O. rufipogon* y *O. sativa* (Burgos et al., 2008).

4.5.2. Complejo Echinochloa

Se conforma por las especies *Echinochloa crus-galli*, *E. crus-pavonis* y *E. colona* (Bortoly *et al.*, 2015). Se caracterizan por tener alto nivel de adaptabilidad a la competencia interespecífica, causando graves daños y pérdidas de rendimiento incluso a arrozales inundados poco infestados (Panozzo *et al.*, 2014). Incluyen 6 especies resistentes a nueve mecanismos de acción de los herbicidas (Heap, 2010).

4.5.3. El complejo Cyperus

Cyperus rotundus L., *Cyperus iria* L. y *Cyperus difformis* L. son las especies de *Cyperus* más frecuentes en el arroz. Están presentes en todas las regiones arroceras del mundo. *C. iria* y *C. difformis* son malas hierbas anuales típicas del arroz. *C. iria* y *C. difformis* son malas hierbas anuales típicas del arroz y suelen aparecer en todo tipo de sistemas de cultivo. *C. rotundus* es una mala hierba perenne e invasora en América y Causa problemas en todo tipo de cultivos de regadío (Holm *et al.*, 1977).

4.5.4. Juncos y juncos espinosos

Los juncos (especies *Schoenoplectus* y *Scirpus*) y los juncos espinosos (especies de *Eleocharis*) también desempeñan un papel global como malas hierbas del arroz. *Fimbristylis miliacea* (L.) Vahl syn *Scirpus miliaceus* L. syn *Fimbristylis littoralis* Gaudich. se observa con frecuencia en países asiáticos, africanos y sudamericanos (Schaedler *et al.*, 2015).

4.6. Principales enfermedades fungosas en el cultivo de arroz

Las enfermedades son de alto impacto en el crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz, en varios lugares productores es causa de pérdidas económica. Durante el ciclo fenológico puede ser afectado por una o más agentes fitopatógenos dependiendo de la incidencia y severidad que pueden ser una amenaza que afecte el rendimiento y/o la calidad de la producción (Jiménez, 2021).

4.6.1. Quemazón (*Pyricularia oryzae*)

Se caracteriza por síntomas en hojas, nudos y panojas las lesiones típicas son romboidales de color grisáceo rodeada por bordes oscuros y un halo exterior amarillo verdoso, afecta la capacidad fotosintética, granos vanos, se aloja en plantas arvenses y restos de cosechas (Caldas Cueva y Lizárraga Travaglini, 2020).

4.6.2. Pudrición negra del pie del arroz (*Gaeumannomyces graminis* var. *graminis*)

Principalmente presenta síntomas como lesiones oscuras en los entrenudos y muerte de las vainas foliares, las lesiones son de color oscuro – marrón brillantes, en suelos con deficiencias nutricionales la enfermedad prospera (Vivas *et al.*, 2014)

4.6.3. Manchado de granos (complejo de hongos)

El manchado de grano es causa de varios agentes patógenos entre hongos y bacterias, entre los síntomas más notorios son el manchado en forma de puntos oscuros a extensas áreas en las glumas del grano, se transmite por semillas infectadas, algunos de los agentes causales son *Alternaria*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Bipolaris*, *Chaetomium* y *Curvularia*, entre otros (Caldas - Cueva y Lizárraga-Travaglino, 2020)

4.7. Estrategias de manejo

4.7.1. Enfermedades fungosas

4.7.1.1. Control químico

Es el método más económico, controla correctamente la incidencia en plantaciones, se recomienda funguicidas con función sistémica, las moléculas más conocidas son: difenoconazol, azoxistrobina, tebuconazol, se recomienda una rotación en la aplicación de las moléculas químicas, dan un mejor desarrollo y un aumento de rendimiento del grano en comparación con el testigo (Iglesias *et al.*, 2018). No obstante, con los microorganismos patógenos como insectos y malezas, los hongos entomopatógenos pueden generar resistencia a las moléculas químicas utilizadas (Carmona *et al.*, 2017).

4.7.1.2. Control biológico

Los agentes de control biológico para enfermedades fungosas es la utilización de organismos como antagonistas naturales, el 68 % de estos organismos actúan sobre el suelo y un 20 % a enfermedades foliares o aéreas. (Melgarejo Nárdiz y De Cal, 2006). Los mecanismos de acción son diferentes dependiendo del tipo de microorganismo, el tipo de patógeno a controlar, algunos tipos de acción son el antagonismo, parasitismo (hiperparasitismo o micoparasitismo) y depredación (Chulze, 2023).

En este tipo de control es común es la asociación de dos o varios agentes de control biológico, que producen resultados positivos de tipo sinérgicos o aditivos, un ejemplo de estos tipos de asociaciones es el entre las especies *Trichoderma* y rizobacterias, que promueven el crecimiento de plantas de manera sana (Chulze, 2023).

4.7.1.3. Medidas culturales

Alava *et al.*, (2018) exponen que las medidas culturales más utilizadas son:

- Eliminación de material vegetal y restos de cosechas.
- Uso de semillas certificadas, libre de enfermedades y evitar el uso de semilla de segunda generación infectada por enfermedades.
- Utilización de una densidad óptima para evitar la proliferación de las enfermedades.
- Eliminación de especies hospedadoras de enfermedades asociadas al cultivo.
- Manejo del agua para evitar condiciones que optimicen las enfermedades.

4.7.2. Malezas

4.7.2.1. Control químico

Los herbicidas pueden ser de dos tipos pre - emergentes y postemergentes, con diferente selectividad, época de aplicación y tipo de maleza que controla; Los pre - emergentes son de limitada efectividad, dependiendo del tipo de suelo y la lámina de agua utilizada, el segundo grupo tiene una efectividad alta según la edad de la maleza a tratar (Cadena Piedrahita *et al.*, 2020). Los herbicidas pre – emergentes se aplican en la primera semana después de la siembra y antes de que aparezca las malezas, entre los más conocidos están oxadiazón, pendimetalina, etc. Los herbicidas postemergentes más usados son tipo bispiribac sodio, butaclor, propanil, tiobencarb, azimsulfuron, fenoxaprop, ethoxysulfuron, 2,4-D, se aplican vía foliar y los tiempos de aplicación son de entre 14 a 28 días después la siembra, controlan en su mayoría hoja ancha (Awan *et al.*, 2015).

4.7.2.2. Medidas culturales

Según Cueva *et al.*, (2022) las medidas culturales para el control de malezas más importantes son:

- Técnica de semillero falso, se estimula la germinación de malezas preparando el suelo varias semanas antes de siembra del cultivo (Adusumilli, 2017).
- Semillas de primera generación para evitar aparición de especies silvestres de *Oryza sativa* L.
- Densidad de siembra bajas para evitar el desarrollo de malezas.
- Correcto manejo de riego por inundaciones en el cultivo (Alava *et al.*, 2018).

4.7.2.3. Medidas físicas

El método manual o mecánico consiste en el uso de la fuerza humana, es eficaz de disminuir la competencia directa de malezas, es más costoso que los otros tipos de métodos, requiere de 250 a 780 horas de mano de obra por hectárea (Rodenburg y Johnson, 2009). Es importante usar el control manual cuando hay bajas densidades de competencia con malezas (Ortiz, 2005). Otros tipos de controles mecánicos son la utilización de fuego en rastrojos de cosecha, cultivadoras, chapiadoras, etc (Adusumilli, 2017).

4.8. Productos empleados

Interoc (2020) describe los productos utilizados

4.8.1. Herbicidas

- **Xevelo (Florpyrauxifen-benzyl + Cyhalofop-butyl):** los ingredientes activos son (Florpyrauxifen-benzyl familia química de Arylpicolinato, del grupo de las auxinas sintéticas y Cyhalofop butyl pertenece al grupo químico Ariloxifenoxipropionate), es de tipo sistémico

y selectivo, de amplio espectro: malezas gramíneas, ciperáceas y hojas anchas, su aplicación es postemergente. Genera la muerte de las malezas alrededor de 15 a 25 días después de la aplicación del producto, su formulación es emulsión concentrada.

4.8.2. Fungicidas

- **Acrux (Difenoconazole + Pyraclostrobin):** La mezcla de sus dos ingredientes químicos el triazol inhibe la biosíntesis de ergosterol y estrobilurina que inhibe la respiración mitocondrial, es de tipo sistémico con acción preventiva y curativa, se absorbe por las hojas mediante translocación translaminar y acropetal, se debe aplicar en la etapa de macollamiento, la categoría toxicológica es nivel III.
- **Topgun (Azoxistrobin + Tridemorph):** el grupo químico es estrobilurina + morfolina, es de tipo sistémico, preventivo, curativo y erradicante. Azoxystrobin bloquea la respiración mitocondrial por transferencia de electrones entre el sitio del citocromo b y c1 Tridemorph, inhibe la biosíntesis del esterol, en la enzima 14-reductasa. Tiene una compatibilidad de alta gama, su categoría toxicológica es nivel II.

4.8.3. Coadyugantes

- **Arpon (Polyether Polymethylsiloxane copolymer):** este producto reduce la tensión superficial, mejora la cobertura y adherencia de los productos aplicados, tiene una estructura que sirve de puente entre dos materiales distintos, orienta la región de interfase que se forma entre una fase polar (hidrofílica) y no polar (hidrofóbica), su categoría toxicológica es nivel IV.
- **Optiwater (Ácido fosfórico):** es un producto que ayuda a mejorar la eficacia de los productos, además regula el pH del agua utilizada para pulverizar pesticidas y fertilizantes agrícolas. Actúa como acidificante, tensioactivo y estabilizante de mezclas de pesticidas y fertilizantes foliares, aumentando significativamente la eficacia de su uso. Este producto reduce el pH y mantiene la estabilidad del agua, evitando la descomposición de los ingredientes activos contenidos en la mezcla de aplicación.

4.9. Antecedentes

4.9.1. Malezas

Según Mukherjee *et al.*, (2008) el daño causado por malezas aumenta según la etapa fenológica en la que se encuentra el cultivo de arroz, en arroz trasplantado según la investigación el periodo en la que agrava el daño (periodo crítico) es de 20 a 40 días después del trasplante, durante todo el ciclo las malezas causaron una reducción del rendimiento de un porcentaje entre 57 al 61. En el caso de la maleza *Cyperus iria*, en arroz trasplantado cuando se hace deshierbes posteriores a los 40 días después del trasplante, causa daños entre un 35.2 al 43.5 %, mientras

que tratando la maleza a los 30 después del trasplante se logró reducir las pérdidas a un 12.9 % (Dhammu, 2002).

Durante el crecimiento y desarrollo del cultivo arroz la competencia con malezas por energía lumínica, hace que una de las dos plantas que está bajo sombra, perciba menos cantidad de luz y así no tenga la necesaria para un desarrollo adecuado (Echeverría *et al.*, 2022). Pueden disminuir la calidad de cosecha y ser hospederas de insectos-plaga y enfermedades. Además, muchas malezas producen compuestos alelopáticos que afectan el crecimiento normal del cultivo (Cadena Piedrahita *et al.*, 2020)

Los daños causados por las malezas en el arroz son muy elevados: pueden mermar la productividad a cifras irrelevantes u ocasionar perjuicios de alto valor de las cosechas de este cultivo, las malezas son responsables del 32 % de estos (Adusumilli, 2017).

En Ecuador, los agricultores clasifican como factores críticos a plagas y enfermedades en los cultivos de arroz, el 64 % han sido afectados por problemas fitosanitarios y el 13 % por falta de agua malezas y salinidad (Cadena Piedrahita *et al.*, 2020)

4.9.2. Enfermedades fungosas en el cultivo de arroz

La susceptibilidad a enfermedades puede variar en dependencia de la fenología del cultivo, entre las más importantes enfermedades en la zona y su periodo crítico encontramos: (1) complejo del manchado del grano - floración, (2) manchado del grano - tizón, (*Pyricularia grisea*) - plántulas (3-4 hojas), embuchamiento, floración, maduración, (3) falso carbón, (*Ustilaginoidea virens*) - floración, (4) podredumbre del tallo, (*Sclerotium oryzae*) - macollaje a floración, (5) podredumbre de la vaina (*Sarocladium oryzae*) - macollaje a floración (Gutiérrez y Cúndom, 2013).

Las enfermedades limitan los rendimientos en cultivos de arroz y una inestabilidad en la productividad en zonas productoras, pueden afectar en cualquier ciclo fenológico de la planta (Cueva *et al.*, 2022). González-González *et al.*, (2013) menciona que el daño causado por enfermedades fungosas es difícil de cuantificar, pero el rendimiento disminuye entre un porcentaje entre 5 hasta más de 50 (Khamari, 2020).

Según investigadores financiados por la comisión europea, las enfermedades fungosas como el añublo de la vaina del arroz causan pérdidas en los rendimientos de los cultivares de hasta el 40 % (CORDIS, 2021). El manchado del grano es una de las principales enfermedades fungosas que afecta la calidad y el rendimiento del cultivo hasta un 6 % dependiendo de las condiciones climáticas en las que se maneja

En la provincia del Oro se ha estudio que los daños por diversas enfermedades fungosas provocan daños entre un porcentaje entre 20 al 60 dependiendo del agente causal, la variedad de la semilla y el estadio fenológico (Suarez y Delgado, 2018)

5. Metodología

5.1. Ubicación de sectores de investigación

La presente investigación se constituyó por una fase en campo y otra en laboratorio. La etapa de campo fue realizada en los barrios Badeal y Alborada, pertenecientes al cantón Macará. Seguido para el análisis del material colectado, mismo que fue llevado a cabo en el laboratorio de procesamiento en la Piladora de Arroz Gallo y Rosillo CIA. LTDA ubicada en el mismo cantón.

Geográficamente, Macará se encuentra ubicado a $4^{\circ}23'13.11''$ S y $79^{\circ}57'49.39''$ O (figura 2), el cantón posee una extensión 575 km^2 , tiene un clima cálido y seco con una temperatura media mensual de $24,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$, una mínima de $22 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y una máxima de $28,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$, una humedad relativa media del $67,5 \%$ y una precipitación media mensual de $42,5 \text{ mm}$ (Romero Córdor *et al.*, 2023).

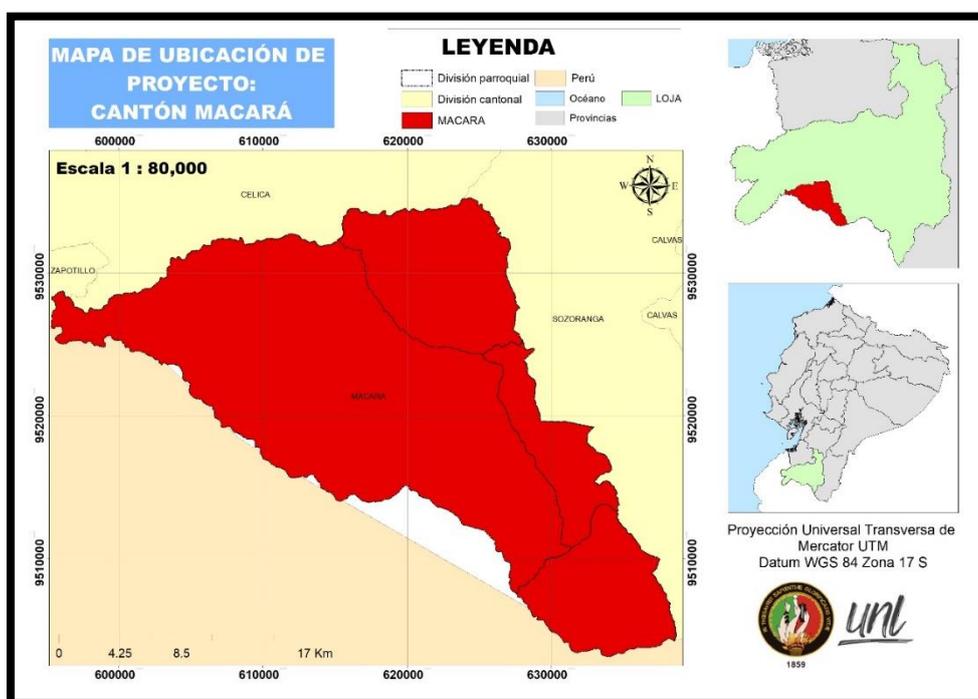


Figura 2. Ubicación geográfica el cantón Macará, perteneciente a la provincia de Loja.

5.2. Metodología general

Inicialmente se realizó una fase exploratoria en campo, lo cual permitió evaluar las diferentes técnicas de manejo de malezas y enfermedades direccionadas a mejorar el crecimiento y rendimiento del cultivo.

Se utilizó 180 kg de semilla de arroz de la variedad “Fedearroz 60”, se aplicó un tratamiento de escarificación, se basó con la incorporación de la semilla en agua alrededor de 24 horas, se desechó el agua y se depuso actuar durante la noche.

Se efectuó los semilleros con la sembradora de bandejas, modelo 2XB-580 con bandejas 8”, estas bandejas se los mantuvo por 4 semanas, posteriormente se preparó el terreno con el arado y la rastra, luego se trasplantó con la trasplantadora de arroz modelo PD60E, el trasplante fue a una distancia de 0.3 m entre surcos y 0.2 m entre plantas, el sistema de riego fue por inundación. Se etiquetó cada unidad experimental midiendo cada una 625 m², en total fueron 24 unidades experimentales (6 tratamientos x 4 repeticiones).

La fertilización se efectuó de manera convencional, la aplicación de los tratamientos fue de manera manual de 20 L, con el uso de una bomba diferente para los herbicidas y fungicidas.

Los tratamientos aplicados fueron:

Tabla 1. Descripción de los tratamientos aplicados en el estudio.

N. Tratamiento	Fungicida	Herbicida	Abreviatura
1	Mancozeb + Cymoxanil	Bispyribac sodium	Tradicional
2	Mancozeb + Cymoxanil	Florpyrauxifen-benzyl + Cyhalofop-butyl	F. Tradicional + H. INTEROC
3	Mancozeb + Cymoxanil	Florpyrauxifen-benzyl + Cyhalofop-butyl + Polyether polymethyl siloxano copolyme + Ácido fosfórico	F. Tradicional + H, C, pH INTEROC
4	Difenoconazole + Pyraclostrobin - Azoxystrobin + Tridemorph	Bispyribac sodium	F. INTEROC + H. Tradicional
5	Difenoconazole + Pyraclostrobin - Azoxystrobin + Tridemorph	Florpyrauxifen-benzyl + Cyhalofop-butyl	F. INTEROC + H INTEROC
6	Difenoconazole + Pyraclostrobin - Azoxystrobin + Tridemorph	Florpyrauxifen-benzyl + Cyhalofop-butyl + Polyether polymethyl siloxano copolyme + Ácido fosfórico	F. INTEROC + H, C, pH INTEROC

El manejo de aplicación de los tratamientos fue de 4 veces, con una primera aplicación de herbicida a los 35 días después del trasplante, posteriormente con un marco de aplicación de 15 días se aplicó 3 veces el fungicida.

Las dosis de los tratamientos fueron:

Tabla 2. Dosis de los tratamientos.

N. Tratamiento	Fungicida	Dosis	Herbicida	Dosis
1	Mancozeb + Cymoxanil	1.0 Kg/ha	Bispyribac sodium	150 cm/ha
2	Mancozeb + Cymoxanil	1.0 Kg/ha	Florpyrauxifen-benzyl + Cyhalofop-butyl	1.7 L/ha
3	Mancozeb + Cymoxanil	1.0 Kg/ha	Florpyrauxifen-benzyl + Cyhalofop-butyl + Polyether polymethyl siloxano copolyme + Ácido fosfórico	1.7 L/ha + 60 cm/ha + 100 cm/ha
4	Difenoconazole + Pyraclostrobin - Azoxystrobin + Tridemorph	500 cm/ha	Bispyribac sodium	150 cm/ha
5	Difenoconazole + Pyraclostrobin - Azoxystrobin + Tridemorph	500 cm/ha	Florpyrauxifen-benzyl + Cyhalofop-butyl	1.7 L/ha
6	Difenoconazole + Pyraclostrobin - Azoxystrobin + Tridemorph	500 cm/ha	Florpyrauxifen-benzyl + Cyhalofop-butyl + Polyether polymethyl siloxano copolyme + Ácido fosfórico	1.7 L/ha + 60 cm/ha + 100 cm/ha

La cosecha de cada unidad experimental se hizo de manera manual, en la cual se cosecho todas las plantas del área útil y se guardó en sacos de plástico, los datos fueron recolectados según la metodología específica para cada variable.

5.2.1. Tipo de investigación.

La investigación fue de tipo experimental, se realizó un control de malezas y enfermedades fungosas, donde se determinó la influencia de estos diferentes métodos de control, sobre variables de crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz; el trabajo también contó con un enfoque cuantitativo debido a que se realizaron mediciones numéricas de las diferentes variables del crecimiento del cultivo. Asimismo, para determinar el rendimiento se tomaron medidas numéricas de las diferentes variables de rendimiento. Finalmente, la investigación tuvo un alcance explorativo, debido a que se implementó un diseño con diferentes tratamientos en el que se manipularon intencionalmente variables independientes, para analizar las consecuencias de esta manipulación sobre las variables dependientes.

5.2.2. Diseño Experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con arreglo bifactorial, se evaluó el efecto que causa los diferentes controles de malezas y enfermedades fungosas a las variables de

crecimiento y rendimiento en total serán 24 unidades experimentales (6 tratamientos x 4 repeticiones).

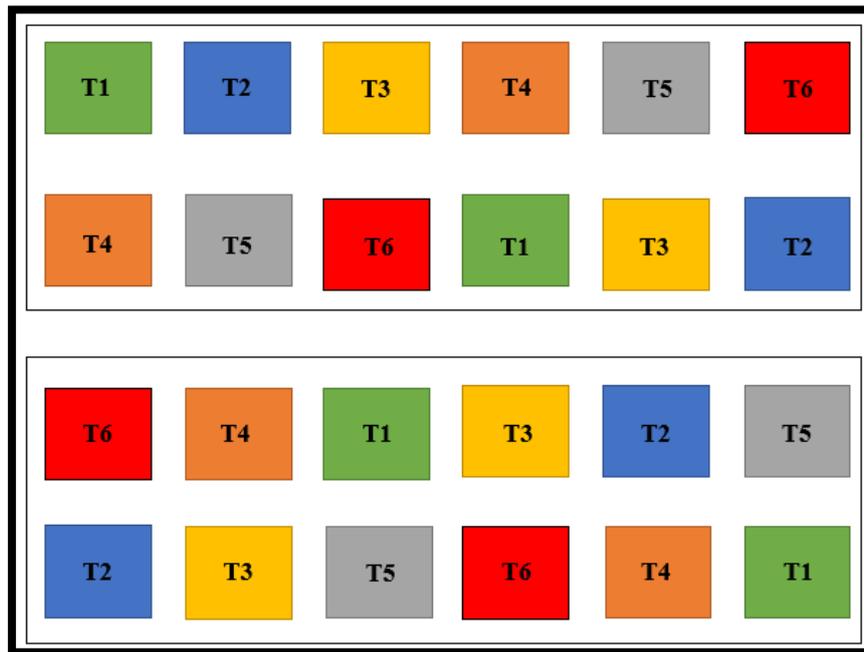


Figura 3. Diseño experimental de los tratamientos utilizados en el estudio. La numeración de los tratamientos corresponde a la tabla 1.

Se verificó las diferencias significativas de los tratamientos con el análisis de ANOVA, posteriormente se verificó los supuestos de homogeneidad y normalidad de las varianzas. En el caso de encontrar efectos significativos en el ANOVA se procedió a realizar un test de medias usando Tukey (95 %).

5.3. Modelo estadístico

Se utilizó un DCA con arreglo bifactorial, por lo que se usó el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha * \beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = respuesta de las k repeticiones en los i niveles del factor herbicida y j nivel del factor fungicida

μ = media general de las observaciones

α_i = efecto de los i -ésimo niveles del factor herbicida

β_j = efecto de los j -ésimo niveles del factor fungicida

$(\alpha * \beta)_{ij}$ = efecto de la interacción entre el nivel i del herbicida con el nivel j del fungicida

ϵ_{ijk} = error asociado a la ijk observación, que se supone normal independientemente distribuida con esperanza 0 y varianza σ^2

5.4. Metodología para el primer objetivo: “Comprobar la respuesta de crecimiento, en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) con diferentes métodos de control de enfermedades fungosas y malezas en el cantón Macará, provincia de Loja”.

Se evaluó las variables de crecimiento del cultivo de arroz, para ello se procedió de la siguiente manera:

- **Diversidad de malezas:** Para el análisis de la diversidad de especies de malezas se contabilizó el número de individuos en un área de 1 m² a los 15 y 30 días después del trasplante. El índice de Shannon-Weaver (H) (Weaver, 1963) se define del siguiente modo:

$$H = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

donde P_i es la proporción del número total de individuos de la especie i . El índice de Simpson (D) (Simpson, 1949) se define del siguiente modo:

$$D = \frac{1}{\sum_{i=1}^s P_i^2}$$

La notación es la misma que para el índice de Shannon-Weaver.

- **Altura de la planta:** Se realizó en el estadio de polinización y antesis (BBCH69) de acuerdo a la escala propuesta por Jarra et al. (2010). En 10 plantas por cada unidad experimental, se midió desde el suelo hasta la panícula más alta utilizando cinta métrica.
- **Número de macollos:** Se realizó a los 65 días después del trasplante, durante el estadio de polinización y antesis (BBCH69). Se contó los brotes de 10 individuos por cada unidad experimental.

5.5. Metodología para el segundo objetivo: “Determinar la respuesta de rendimiento, en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) con diferentes métodos de control de enfermedades fungosas y malezas en el cantón Macará, provincia de Loja”.

Se evaluó las variables de rendimiento del cultivo de arroz, para ello se procedió de la siguiente manera:

- **Manchado del grano:** Se realizó en el estadio de madurez fisiológica (BBCH99), tomando en cuenta 10 panículas por cada unidad experimental contando el número de granos manchados para obtener un promedio expresado en porcentaje.

- **Grano vano:** Posterior a la cosecha, en 10 panículas por cada unidad experimental se contabilizó el número de granos vanos para obtener un promedio el cual fue expresado en porcentaje.
- **Número de panículas:** Al momento de la cosecha, durante el estadio de madurez fisiológica (BBCH99) se contabilizó el número de panículas por m² por cada unidad experimental.
- **Peso de 1000 granos:** Posterior a la cosecha, se pesó 1000 granos completos por m² por unidad experimental.
- **Número de granos por panícula:** Concluida la cosecha, en 5 plantas por m² por unidad experimental se contó y se promedió el número de granos por panícula de cada planta.
- **Rendimiento:** A partir de los resultados de número de granos y el peso de grano, se obtuvo el rendimiento con la aplicación de la siguiente ecuación:

$$R = NG \text{ m}^2 * PG$$

Donde:

R = rendimiento

NG m² = número de granos por metro cuadrado

PG = peso de granos

- **Índice de cosecha:** En 10 plantas por m² por cada unidad experimental. Se pesó la biomasa seca total y los granos pilados a una humedad del 12 %. Posteriormente se calculó este índice con la ayuda de la siguiente ecuación:

$$IC = \frac{\text{rendimiento del grano}}{\text{biomasa aérea total}}$$

- **Calidad molinera:** Una vez cosechados los granos por m² de cada unidad experimental, se los secó a una humedad aproximada de 12%, luego se procedió a su descascarado y pulido, mediante el probador del sistema de prueba del arroz “Pequeña fresadora Jgj8098” y se contabilizó los granos enteros y partidos, el valor se reflejó en porcentaje.

6. Resultados

6.1. Variables de crecimiento

6.1.1. Diversidad de malezas

En la figura 4 los resultados indicados para el ensayo en general, el índice de Shannon-Weaver (H') muestra un valor de 1,79 a los 15 DDT, lo que demuestra una diversidad, ya que valores menores a 2 en este índice se consideran de baja diversidad de especies y valores superiores a 3 exponen alta diversidad de especies. Mientras que a los 30 DDT se obtiene un valor de 1,76, siendo inferior a 2 lo que se categoriza con baja diversidad de especies.

Mientras que, el Índice de Simpson exhibe que los valores menores a 1 demuestran menos diversidad de especies, mientras a mayor diversidad mayor es el índice, tomando esta referencia a los 15 DDT un valor de 0,83, lo que demuestra una menor diversidad de especies (posiblemente una comunidad con una especie). En tanto, a los 30 DDT se obtuvo un valor de 0,82 lo que refleja una disminución en la diversidad de especies.

Los resultados sugieren que la diversidad de especies es mayor 15 días después del trasplante y disminuye significativamente a los 30 días. Esto debido a la aplicación de los controles.

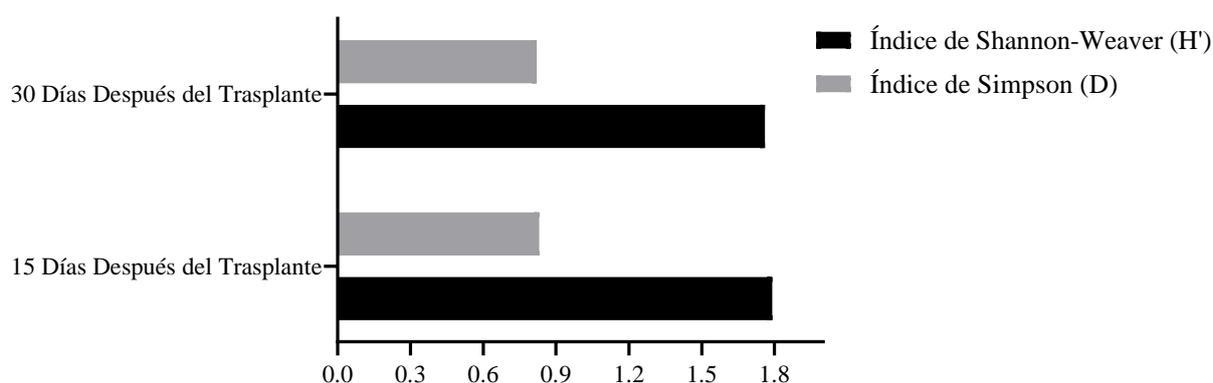


Figura 4. Índices de diversidad de Shannon-Weaver (color negro) y de Simpson (color gris) para las poblaciones de malezas generados para el estudio en general.

6.1.2. Altura de la planta

En el ANOVA de la interacción Herbicida x Fungicida, se encontró que no hubo una diferencia estadísticamente significativa. Esto indica que la combinación de estos factores no afectó de manera notable la Altura, y cualquier variación observada es probable que se deba al azar más que a una influencia real de la interacción de los factores. El factor Herbicida individualmente demostró un p-valor de $<0,0001$, lo que significa que se acepta la hipótesis alternativa, en la figura 5 se puede observar que los tratamientos "Florpyrauxifen-benzyl + Cyhalofop-butyl + Polyether polymethyl siloxano copolyme + Ácido fosfórico (INTEROC)" y

"Florpyrauxifen-benzyl + Cyhalofop-butyl (INTEROC)" obtuvieron una mayor altura seguidos del tratamiento tradicional "Bispyribac sodium (Tradicional)".

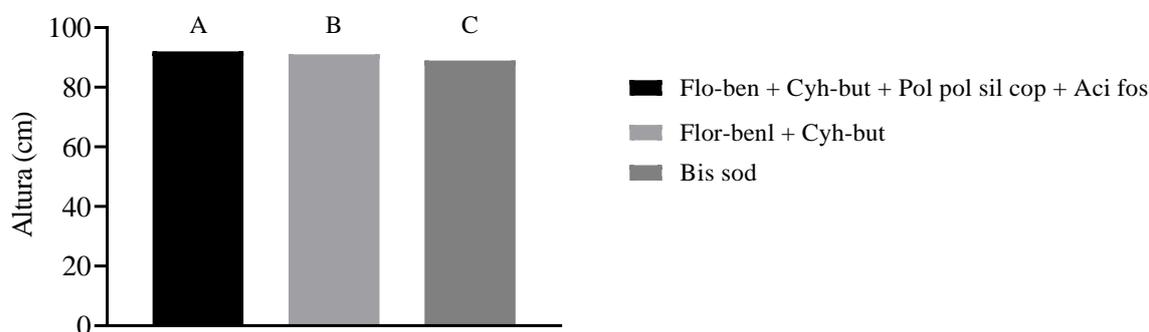


Figura 5. Altura de la planta generada a partir de los diferentes tratamientos de herbicida. Las barras con letras diferentes en la parte superior evidencian diferencia estadísticamente significativa.

El ANOVA del factor Fungicida expuso un p-valor de $<0,0001$ lo que significa que hay diferencia entre los distintitos tipos de fungicidas utilizados, por lo que, las diferencias que se observan en la figura 6 se deben a la acción de este componente, el tratamiento Difenconazole + Pyraclostrobin - Azoxystrobin + Tridemorph (INTEROC) tiene una altura de 93,60 cm, siendo superior al tratamiento Mancozeb + Cymoxanil que asumió una altura de 87,80 cm.

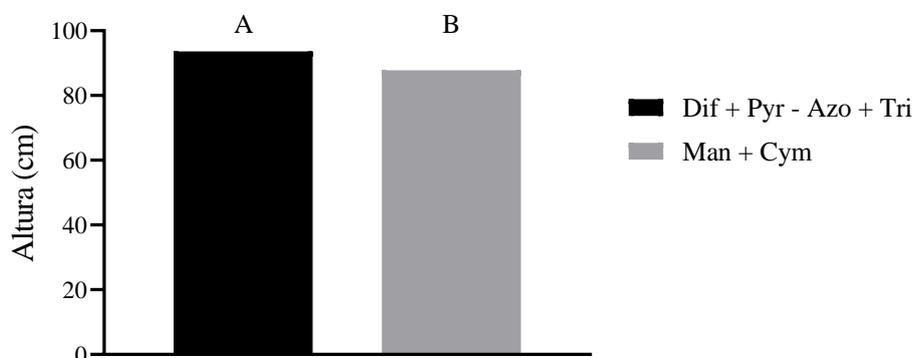


Figura 6. Altura de la planta generada a partir de los diferentes tratamientos de fungicida. Las barras con letras diferentes en la parte superior evidencian diferencia estadísticamente significativa.

6.1.3. Número de macollos

Los resultados del test de ANOVA evidenciaron que la interacción Herbicida x Fungicida, se encontró una diferencia estadísticamente significativa, aceptando la hipótesis alternativa, debido a que el p-valor es de $<0,0001$, respecto a los factores Herbicida y Fungicida individualmente indicaron de p-valores significativos demostrando que los resultados son estadísticamente importantes.

Según la figura 7, el tratamiento T6 (F. INTEROC + H, C, pH INTEROC) tiene el número más alto de macollos por metro cuadrado y se etiqueta con "A", indicando que es significativamente diferente y superior a todos los otros tratamientos. El T4 (F. INTEROC + H. Tradicional) tiene un número ligeramente menor de macollos y está etiquetado con "B", siendo significativamente diferente de T6, pero no de los tratamientos etiquetados con BC, CD y D. T5 (F. INTEROC + H INTEROC) tiene una etiqueta "BC", indicando que no es significativamente diferente de T2 y T3, pero sí de T6. El T2 (F. Tradicional + H. INTEROC) tiene una etiqueta "CD", indicando que es significativamente diferente de T6 y T4, pero no de T5 y T3. El T3 (F. Tradicional + H, C, pH INTEROC) y T1 (Tradicional) ambos tienen una etiqueta "D", indicando que no son significativamente diferentes entre sí, pero son diferentes de T6 y T5.

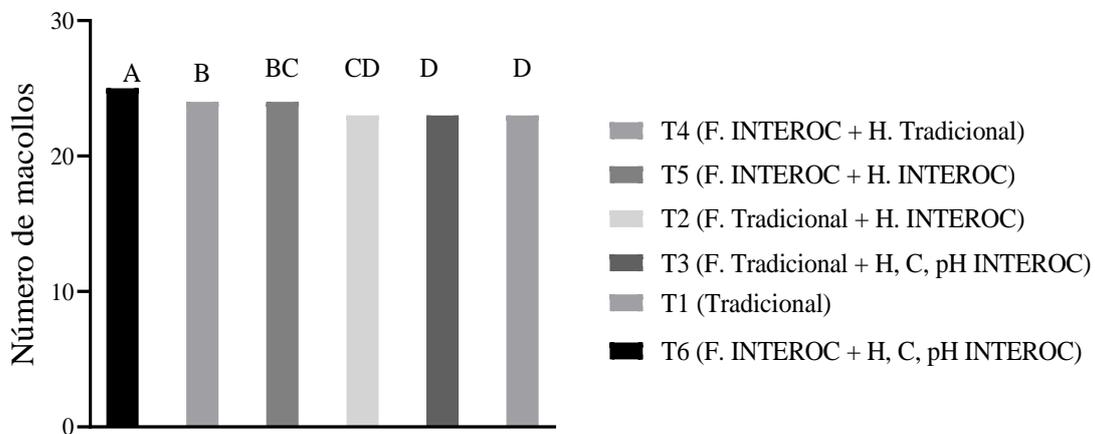


Figura 7. Número de macollos en la planta generado a partir de los diferentes tratamientos. Las barras con letras diferentes en la parte superior evidencian diferencia estadísticamente significativa.

6.2. Variables de rendimiento

6.2.1. Manchado del grano

Desarrollado el análisis estadístico de la interacción Herbicida x Fungicida mediante ANOVA, no se encontró efecto significativo de los factores sobre el manchado de grano (p -valor = 0,3456), por lo que, las diferencias que se observaron probablemente se debieron al azar más que a una influencia real de la interacción de las variables, el componente Herbicida demostró un p -valor de 0,5665 $>0,05$ aceptando que la hipótesis nula es cierta. Posteriormente se comprobó el resultado del análisis estadístico del componente Fungicida en el cuál si se encontró diferencia estadística con un p -valor de 0,0001 $<0,05$, demostrando que el componente Fungicida tiene un efecto directo sobre el número de granos manchados. En la figura 8, el tratamiento "Mancozeb + Cymoxani (Tradicional)" muestra incidencia de manchado del grano mucho más alta respecto al tratamiento "Difenoconazole + Pyraclostrobin - Azoxystrobin +

Tridemorph (INTEROC)", siendo este último el más efectivo para el tratamiento de la enfermedad.

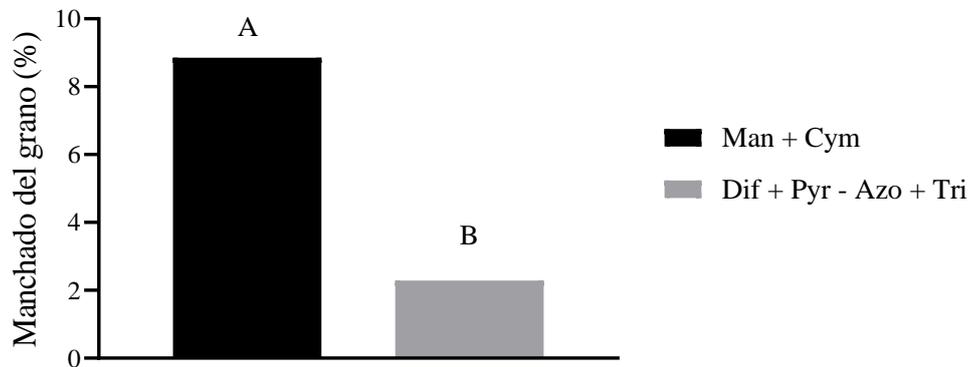


Figura 8. Porcentaje de manchado del grano generado a partir de los diferentes tratamientos de fungicida. Las barras con letras diferentes en la parte superior evidencian diferencia estadísticamente significativa.

6.2.1. Grano vano

Según el análisis de ANOVA de la interacción Herbicida x Fungicida determinó un p-valor 0,6991 >0,05 por lo tanto, no se encontraron efectos significativos entre tratamientos. Las diferencias que se observaron se deben al azar o a la acción de un componente individual y no a la aplicación de la interacción. El componente Herbicida según el ANOVA se encontró un p-valor de 0,2182 >0,05, lo que significa que la hipótesis alternativa es cierta, indicando que no tiene diferencias significativas. El componente Fungicida se determinó un p-valor de 0,0001 <0.05 por lo que, si se encontró significancia estadística entre el tratamiento "Mancozeb + Cymoxani (Tradicional)" respecto al tratamiento "Difenoconazole + Pyraclostrobin - Azoxystrobin + Tridemorph (INTEROC)" como se puede observar en la figura 9, siendo este último el más efectivo para el control del grano vano.

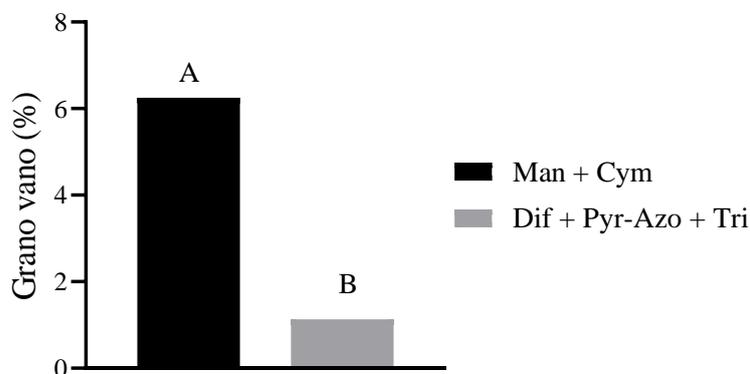


Figura 9. Porcentaje de granos vanos generado a partir de los diferentes tratamientos de fungicida. Las barras con letras diferentes en la parte superior evidencian diferencia estadísticamente significativa.

6.2.2. Número de panículas

En el ANOVA de la interacción Herbicida x Fungicida se encontró un p-valor $<0,0001$ por lo que, si se encontró diferencia entre la media de los tratamientos de la interacción, de esta forma demostrando que cada factor individualmente es estadísticamente significativo.

Según la figura 10, el tratamiento T6 (F. INTEROC + H. C. pH INTEROC) tiene el número más alto de panículas por metro cuadrado y se etiqueta con "A", indicando que es significativamente diferente y superior a todos los otros tratamientos. El T4 (F. INTEROC + H. Tradicional) tiene un número ligeramente menor de macollos y está etiquetado con "B", siendo significativamente diferente de T6, pero no de los tratamientos etiquetados con BC, CD, CD y D. El T5 (F. INTEROC + H. INTEROC) tiene una etiqueta "BC", indicando que no es significativamente diferente de T2 y T4, pero sí de T6. El T2 (F. Tradicional + H. INTEROC) y T1 (Tradicional) ambos tienen una etiqueta "CD", indicando que no son significativamente diferentes entre sí. El T3 (F. Tradicional + H. C. pH INTEROC) muestra una letra "D" indicando que es diferente al resto de tratamientos.

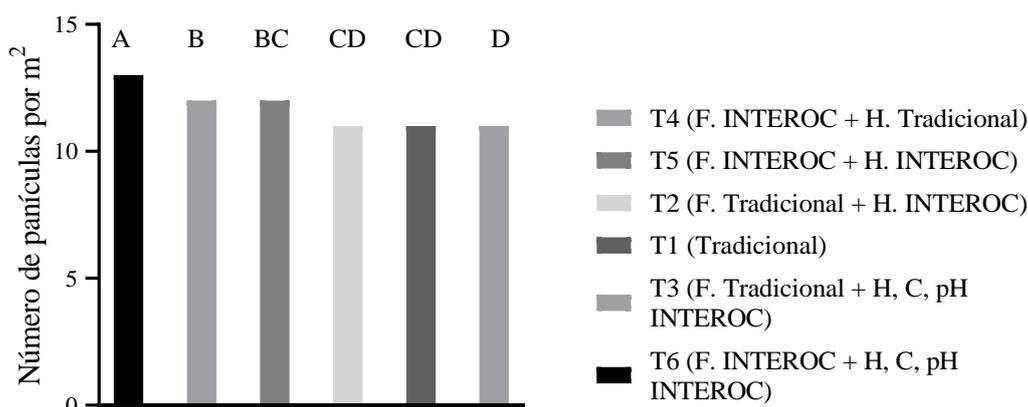


Figura 10. Número de panículos por metro cuadrado generado a partir de los diferentes tratamientos. Las barras con letras diferentes en la parte superior evidencian diferencia estadísticamente significativa.

6.2.3. Peso de 1000 granos

Los resultados del test de ANOVA evidenciaron que la interacción Herbicida x Fungicida, se encontró una diferencia estadísticamente significativa, aceptando la hipótesis nula, debido a que el p-valor es de $0,9698 >0,05$, el componente Herbicida demostró un p-valor es de $0,0541 >0,05$ indicando que el resultado no tiene importancia estadística, finalmente el componente Fungicida demostró un p-valor es de $0,4919 >0,05$ lo que significa que la hipótesis nula es cierta, indicando que no tiene diferencias significativas.

En la figura 11 todos los tratamientos evidencian resultados similares, esto indica que no afectan de manera notable al peso de mil granos. Adicionalmente, no se colocaron letra, puesto que, de acuerdo con el ANOVA no existe una diferencia estadísticamente significativa.

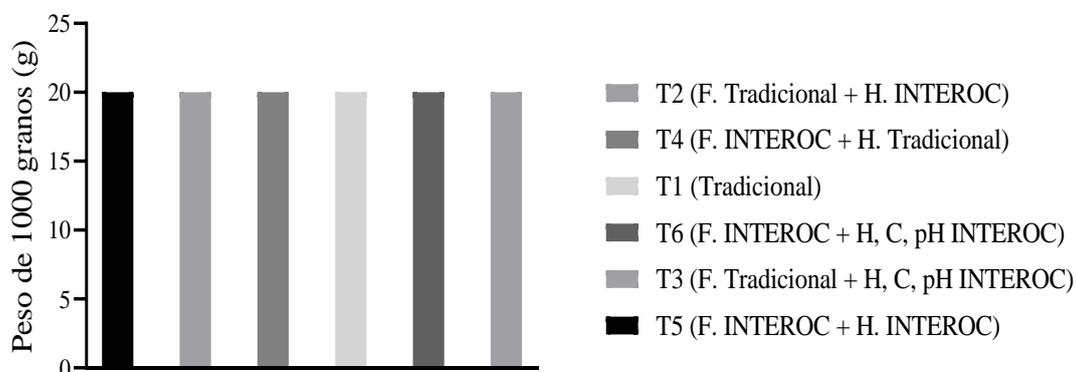


Figura 11. Peso de 1000 granos generado a partir de los diferentes tratamientos. No se colocan letras en la parte superior de las barras debido a que no existe diferencia estadísticamente significativa.

6.2.4. Número de granos por panícula

En el ANOVA de la interacción Herbicida x Fungicida determinó un p-valor $0,5655 > 0,05$ en consecuencia, no se encontró un efecto estadístico entre tratamientos y cualquier variación observada es probable que se deba al azar más que a una influencia real de la interacción de las variables. El componente Herbicida según el ANOVA se encontró un p-valor de $0,6202 > 0,05$, lo que significa que la hipótesis nula es cierta, indicando que no tiene diferencias significativas. El componente Fungicida se determinó un p-valor de $0,0001 < 0,05$ por lo que, si se encontró significancia estadística, el tratamiento "Mancozeb + Cymoxani (Tradicional)" respecto al tratamiento "Difenoconazole + Pyraclostrobin - Azoxystrobin + Tridemorph (INTEROC)", siendo el tradicional más efectivo para el número de granos por panícula como se observa en la figura 12.

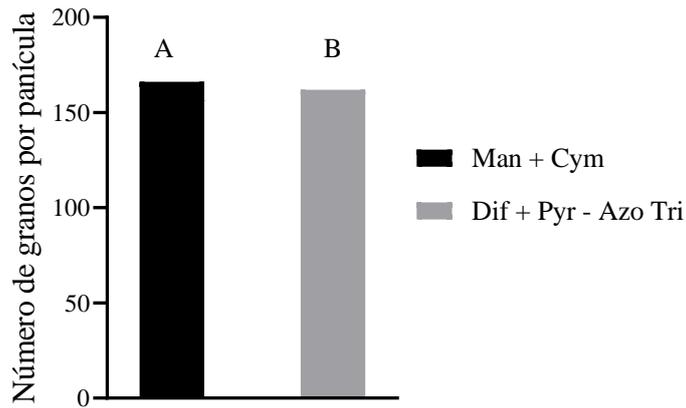


Figura 12. Número de granos por panícula generado a partir de los diferentes tratamientos de fungicida. Las barras con letras diferentes en la parte superior evidencian diferencia estadísticamente significativa.

6.2.5. Rendimiento

Una vez realizado el ANOVA de la interacción Herbicida x Fungicida se estableció un p-valor $0,1770 > 0,05$ lo que significa que la hipótesis nula es cierta, indicando que no se encuentra diferencias significativas. Las diferencias que se observaron se deben al azar o a la acción de un componente individual y no a la aplicación de la interacción. El componente Herbicida según el ANOVA se encontró un p-valor de $0,3658 > 0,05$, como resultado, no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos. El componente Fungicida se determinó un p-valor de $< 0,0001$ por esta razón, en la figura 13, se puede observar que si se encontró significancia estadística entre el tratamiento "Mancozeb + Cymoxani (Tradicional)" respecto al tratamiento "Difenoconazole + Pyraclostrobin - Azoxytrobin + Tridemorph (INTEROC)", siendo este último más beneficioso para aumentar el rendimiento.

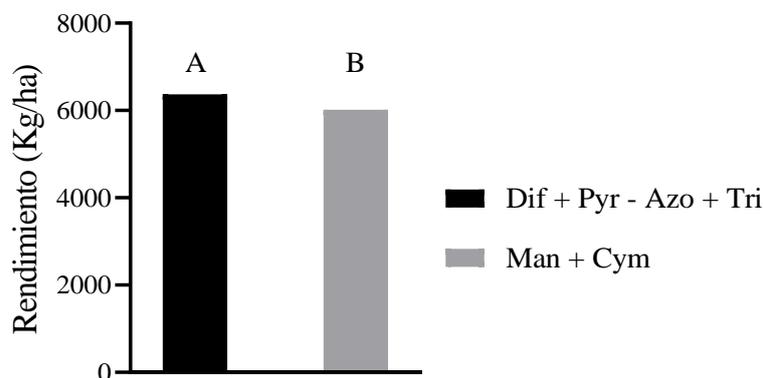


Figura 13. Rendimiento de las plantas generado a partir de los diferentes tratamientos de fungicida. Las barras con letras diferentes en la parte superior evidencian diferencia estadísticamente significativa.

6.2.6. Índice de cosecha

En el ANOVA de la interacción Herbicida x Fungicida se encontró un p-valor de 0,1027 $>0,05$, lo que concluye que no tiene importancia estadística, cualquier variación observada es probable que se deba al azar más que a una influencia real de la interacción de las variables. En el ANOVA del componente Herbicida se obtuvo un p-valor de 0,3002 $>0,05$ lo que indica que no se encuentra diferencias significativas. El componente Fungicida tiene un p-valor de 0,0001 $<0,05$ por lo tanto, si se encontró significancia estadística entre el tratamiento "Mancozeb + Cymoxani (Tradicional)" respecto al tratamiento "Difenoconazole + Pyraclostrobin - Azoxystrobin + Tridemorph (INTEROC)", teniendo este un valor más alto de Índice de cosecha como se observa en la figura 14.

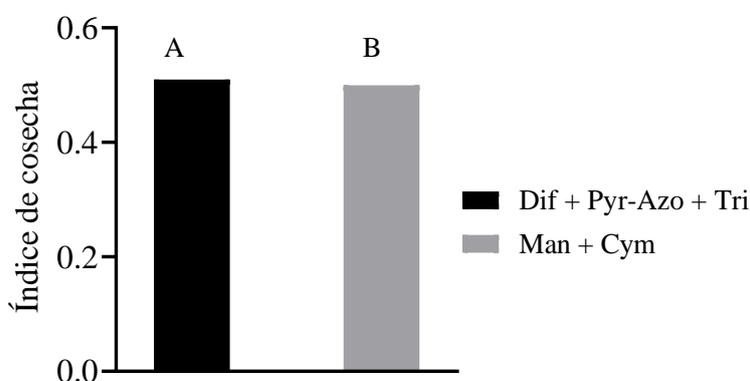


Figura 14. Índice de cosecha generado a partir de los diferentes tratamientos de fungicida. Las barras con letras diferentes en la parte superior evidencian diferencia estadísticamente significativa.

6.2.7. Calidad molinera

Los resultados del test de ANOVA de Grano de entero (%) evidenciaron que la interacción Herbicida x Fungicida, estableciendo un p-valor 0,2238 $>0,05$ lo que significa que la hipótesis nula es cierta, En tanto, el componente Herbicida para esta misma variable reveló no ser estadísticamente importante debido a que el p-valor es 0,1670 $>0,05$, el componente Fungicida tiene un p-valor de 0,0198 $<0,05$ por lo tanto, si se encontró significancia estadística entre el tratamiento "Mancozeb + Cymoxani (Tradicional)" respecto al tratamiento "Difenoconazole + Pyraclostrobin - Azoxystrobin + Tridemorph (INTEROC)", siendo este último más influyente en esta variable como se observa en la figura 15.

Según el ANOVA para Grano partido de la interacción Herbicida x Fungicida se encontró un p-valor de 0,2233 $>0,05$, lo que concluye que no tiene importancia estadística, cualquier variación observada es probable que se deba al azar más que a una influencia real de la interacción de las variables como se observa en la figura 15. El componente Fungicida tiene un p-valor de 0,2898 $>0,05$ por lo tanto, no se encuentra diferencias significativas.

En el ANOVA del componente Herbicida se obtuvo un p-valor de $0,0434 < 0,05$ lo que indica que si se encontró significancia estadística entre los tratamientos, en la figura 15 se puede observar que el tratamiento " Bispyribac sodium (Tradicional)" tiene un 8,10 % siendo mayor respecto a los tratamientos " Florpyrauxifen-benzyl + Cyhalofop-butyl (INTEROC)" y " Florpyrauxifen-benzyl + Cyhalofop-butyl + Polyether polymethyl siloxano copolyme + Ácido fosfórico (INTEROC)" obteniendo 8,06 y 7,98 respectivamente siendo el tratamiento en el que se incluyen coadyuvante y reguladore de pH más efectivo para controlar el partido del grano.

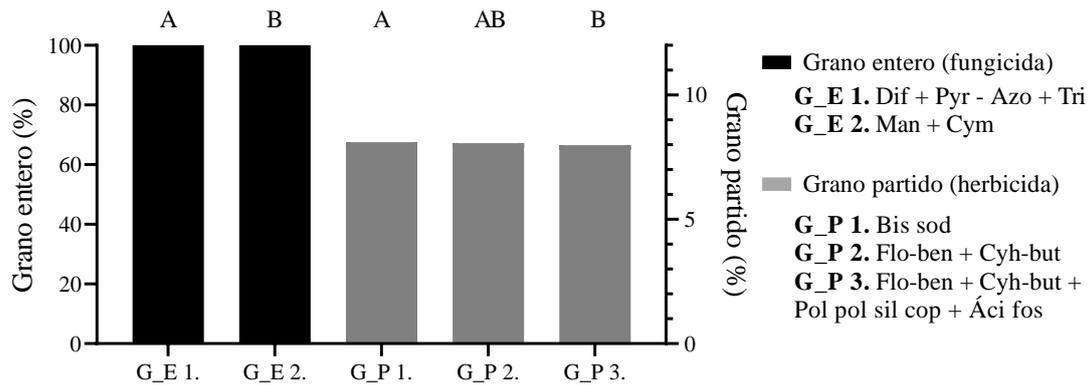


Figura 15. Comparativa entre porcentaje de grano entero (color negro) generado a partir de los diferentes tratamientos de herbicidas y porcentaje de grano partido (color gris) generado a partir de los diferentes tratamientos de herbicida. Las barras con letras diferentes en la parte superior evidencian diferencia estadísticamente significativa.

7. Discusiones

Los resultados para el ensayo en general indican que la diversidad de malezas disminuye posterior a la aplicación los herbicidas, es así que el índice de Shannon se reduce desde 1,79 a 1,76 en los 15 y 30 DDT, respectivamente. De igual forma se evidencia una reducción desde 0,83 a 0,82 a los 15 y 30 DDT, respectivamente en el índice de Simpson, lo cual sugeriría que la aplicación de herbicidas redujo la diversidad en las poblaciones de malezas presentes en las áreas experimentales. Esto coincide con lo que mencionan Concengo et al., (2019), ya que, en general, la aplicación de herbicidas, independientemente del sistema de manejo, reduce la densidad de las especies de malas hierbas controladas casi a la mitad, en comparación con los tratamientos no aplicados. Por ejemplo, Venkatesh et al. (2021) obtuvieron utilizando el ingrediente activo florpyrauxifen-benzyl + cyhalofop-butyl a 40 DDT como la más efectiva en reducir la densidad y el peso seco de las malas hierbas en arroz trasplantado en la etapa crítica de competencia cultivo-maleza, lo que resultó en mayores rendimientos que el resto de las prácticas de manejo de malas hierbas.

Respecto a la altura de la planta en función del herbicida, los resultados evidenciaron que, los tratamientos "Florpyrauxifen-benzyl + Cyhalofop-butyl + Polyether polymethyl siloxano copolyme + Ácido fosfórico (INTEROC)" y "Florpyrauxifen-benzyl + Cyhalofop-butyl (INTEROC)" obtuvieron una mayor altura con valores de 92,07cm y 91,08cm, respectivamente. Lo cual se corresponde con lo obtenido por Vásquez et al. (2020) quienes con tratamientos del tipo químico como clomazone + bentiocarbo en dosis de 0,850 L + 4,0 L y clomazone + bentiocarbo en dosis de 0,850 L + 4,0 L y bispiribac sodium + picloram + 2,4-D amina (Herbicida coformulado) dosis de 0,4 L + 0,7 L presentan alturas de 107,8cm y 99cm, respectivamente. Esto debido a que el herbicida puede influir positivamente en la altura de las plantas y en su crecimiento en general al controlar de manera efectiva las malezas que compiten con las plantas cultivadas por recursos esenciales como nutrientes, agua, y luz solar. En el factor fungicida, el tratamiento con Difenconazole + Pyraclostrobin - Azoxystrobin + Tridemorph y el tratamiento Mancozeb + Cymoxani muestran alturas similares con valores de 93,6 a 87,60 cm, respectivamente. Lo cual se corresponde con los resultados reportados por Ahmad et al. (2020), cuyos valores de altura con diferentes fungicidas no evidencian mayor variabilidad, los mismos se mantienen en valores que van desde 88 a 88.42 cm. Esta escasa variación puede estar ocasionada principalmente porque los fungicidas están diseñados específicamente para proteger las plantas, más no para interferir en su desarrollo, por ejemplo, si la planta ya se

encontraba sana, el fungicida simplemente mantendrá su salud sin promover un crecimiento adicional.

Los resultados de números de macollos, indican que el tratamiento T6 (F. INTEROC + H, C, pH INTEROC) tiene un número más alto de macollos por metro cuadrado, respecto a esto, Vásquez et al. (2020) reportan que con una mezcla de herbicidas químicos como oxadiazon + butaclor en dosis de 1,5 L + 2,8 L y propanil + triclopyr dosis de 5,0 L registró mayor número de macollos. De igual forma Hakim et al. (2021), mencionan haber obtenido el mayor resultado para macollos mediante los tratamientos químicos a partir de pretilacloro ($0,375 \text{ kg ha}^{-1}$), Propanil + Tiobencarb ($0,9 + 1,8 \text{ kg ha}^{-1}$), y Bensulfuron + MCPA ($0,06 + 0,1 \text{ kg ha}^{-1}$). Esto se explica porque el uso tanto de herbicidas como fungicidas aporta principalmente con el control de malezas y patógenos; reducen la competencia con otras especies. Esto concuerda con lo mencionado por Ali *et al.* (2019), quienes aplicando una mezcla de herbicidas químicos compuesta por triafaman+ etoxisulfuran etil obtuvieron mejoras en el número de macollos productivos ya que la menor infestación de malas hierbas ocasionado por el herbicida mejoró considerablemente al desarrollo de las plantas.

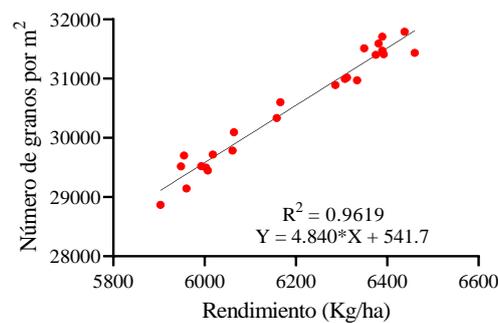
Respecto al manchado del grano, el tratamiento compuesto por Difenoconazole correspondiente al Grupo 3 según FRAC caracterizado por tener amplias especies fúngicas con resistencia + Pyraclostrobin – Azoxystrobin correspondientes al grupo 11 que de igual forma ha demostrado resistencia en varias especies fúngicas según FRAC + Tridemorph el cual se relaciona con el grupo 5 donde se ha evidencia un menor riesgo de resistencia. Estos poseen un valor de 2%, siendo el más efectivo para el control de la enfermedad. INIAP (2018) indica que, para el cultivo de arroz hasta el momento está registrada la Azoxystrobina para el control del complejo de hongos de manchado de granos, ingrediente activo que se utilizó en la presente investigación y obtuvo resultados favorables.

Los resultados indica que el menor porcentaje de afectación por grano vano se dio con la aplicación del tratamiento compuesto por Difenoconazole + Pyraclostrobin - Azoxystrobin + Tridemorph (INTEROC), con un valor de 1%. Lo cual tiene sentido considerando que este posee como ingrediente activo al Azoxystrobin que según INIAP (2018) reduce el manchado del grano y esta enfermedad a su vez tiene relación con l porcentaje de vaneo en granos de arroz (Gutiérrez et al., 2000). Además, en el tratamiento Mancozeb que para el FRAC se encuentra dentro de grupo M3 considerado como de bajo riesgo y sin reportes de desarrollo de resistencia + Cymoxanil perteneciente al grupo 27 con riesgo de bajo a medo de resistencia (Tradicional) para enfermedades fungosas se presentó enfermedades como: podredumbre del tallo,

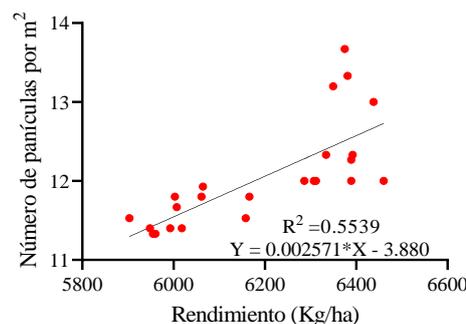
(*Sclerotium oryzae*), la cual debilita el tallo y los vasos conductores haciendo que la fluctuación de los nutrientes de la raíz al grano disminuya, influyendo directamente en la predisposición para la afectación y supervivencia de agentes patógenos, además se presentó mayor incidencia de enfermedades foliares las que afectan la eficiencia fotosintética de las plantas disminuyendo la formación de carbohidratos (azúcares) necesarios para la planta, limitando la fuente para el llenado de granos (Quiroz et al., 2018).

El mayor número de panículas (13) se registró en las áreas experimentales tratadas con el T6 conformado por F. INTEROC + H. C. pH INTEROC. Respecto a esto, Ahmed & Chauhan (2014) mencionan haber encontrado un mayor número de panículas en las parcelas experimentales con menor incidencia de malas hierbas que anteriormente habían sido tratadas con herbicidas. De igual forma, los resultados obtenidos en número de panícula respecto al fungicida evidencian un aumento considerable en el número de estos según Tuli et al. (2017), quienes obtuvieron un promedio máximo de 14,38 con la aplicación de un fungicida a base de propiconazol, ingrediente activo utilizado en la presente investigación.

Se obtuvo un mayor número de granos por panícula (166) con el tratamiento "Mancozeb + Cymoxani (Tradicional)". De igual forma, Channabasava *et al.* (2015) obtuvieron un mayor número de granos por panícula (154 granos) aplicando tratamientos con fungicidas. De igual forma, Tuli *et al.* (2017) obtuvieron que el número de granos por panícula fue significativamente por los diferentes fungicidas.



(a)



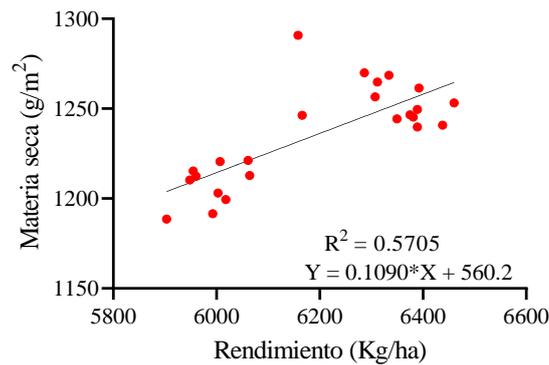
(b)

Figura 16. Regresión de los componentes del rendimiento: número de granos por m² (a) y número de panículas por m² (b) en relación al rendimiento (kg/ha). El número de granos por m² presentó una correlación positiva respecto a rendimiento ($r=0,9619$; $p<0,001$) y la ecuación representativa es ($Y = 4,680 * X + 541,7$). El número de panículas por m² presentó una relación positiva respecto a rendimiento ($r=0,5539$; $p<0,001$) y la ecuación representativa es ($Y = 0,002571 * X - 3,880$).

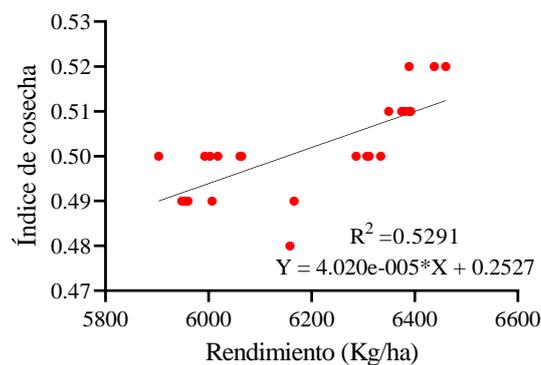
Respecto a la figura 16 literal (a) se muestra una relación positiva entre número de granos por m² y rendimiento. De igual forma, López-Hernández et al. (2018) coinciden con la presencia de una relación positiva, es decir, que, a mayor número de granos, mayor será el rendimiento, siempre y cuando otros factores como la fertilidad del suelo, el manejo del agua y las prácticas de cultivo sean óptimos. Sin embargo, menciona que no se trata de una relación lineal puesto que puede verse afectada por varios factores. Por ejemplo, el estrés hídrico durante la floración y el llenado del grano puede reducir significativamente el número de granos y, por ende, el rendimiento. Además, la densidad de raíces y la biomasa aérea también juegan un papel importante en la determinación del rendimiento. Respecto a la relación con el número de panículas por metro cuadrado se ha evidenciado que un mayor número de panículas por metro cuadrado suele estar asociado con un mayor rendimiento, ya que cada panícula tiene el potencial de producir granos. Y, además, está relacionado con el control fitosanitarios, ya que mantener el cultivo libre de plagas y enfermedades asegura que las plantas puedan desarrollar un mayor número de panículas (Hirzel, 2007).

En el peso de 1000 granos observamos que todos los tratamientos evidenciaron resultados similares, lo cual indicaría que tienen la misma eficacia. Sin embargo, Ihsan et al. (2014) mencionan que las parcelas tratadas con fungicidas y herbicidas en su investigación mostraron los valores de peso de 1000 granos más altos cuando existe control de malas hierbas especialmente. Este aumento podría estar ocasionado al mejor crecimiento del cultivo en ausencia de malas hierbas y a la mayor transferencia de fotosintatos hacía los granos debido a la acción de apoyo de los herbicidas y fungicidas que ayudaron a disminuir la competencia hierba-cultivo.

En el índice de cosecha se evidenciaron los mejores resultados para el tratamiento compuesto por los fungicidas "Mancozeb + Cymoxani (Tradicional)" (0,51). De igual forma, Wu et al. (2013) exponen en su investigación que la aplicación de fungicida tuvo un efecto ligeramente positivo sobre el índice de cosecha. Podría estar relacionado a la mejora de la salud en las plantas ante la ausencia de enfermedades, lo cual les permite un mayor desarrollo y productividad.



(a)



(b)

Figura 17. Regresión de los componentes del rendimiento: Materia seca (g / m^2) (a) y Índice de cosecha (b) en relación al rendimiento (kg/ha). La Materia seca (g / m^2) presentó una relación positiva respecto a rendimiento ($r=0,5705$; $p<0,001$) y la ecuación representativa es ($Y = 0,1090*X + 560,2$). El Índice de cosecha presentó una correlación positiva respecto a rendimiento ($r=0,5291$; $p<0,001$) y la ecuación representativa es ($Y = 4,02e-0,05*X - 0,2527$).

Respecto a la figura 17 literal (a) se muestra una relación positiva entre materia seca (g / m^2) y rendimiento. Maqueira *et al.*, (2009) destacan que la distribución de materia seca dentro de la planta juega un papel importante en la determinación del rendimiento, es decir, que, a mayor peso de materia seca de una planta mayor será el rendimiento que genera. La figura 17 literal (b) donde se muestra una correlación positiva entre Índice de cosecha y rendimiento, según lo mencionado por Yang y Zhang, (2010), coincide que el índice de cosecha es un explicador sobre el rendimiento debido que un mayor índice de cosecha demuestra que lo cosechado de la planta tiene una mayor relevancia sobre la biomasa total, en general estos dos componente demuestran que la generación de biomasa es un factor intrínseco para el rendimiento del grano, demostrando que estos pueden afectar positivamente la generación del grano.

El tratamiento T5 (F. INTEROC + H. INTEROC) evidenció los mejores rendimientos (6387 kg ha^{-1}). Respecto a esto, Mera y Baque (2023) exponen en sus resultados que los tratamientos en los cuales se aplicaron herbicidas como Quinclorac, Metamifop, Propanil+Triclopyr

mostraron valores de rendimiento 3770,06 a 4552,82 kg ha⁻¹, respectivamente. De igual forma, los resultados con fungicidas según Akter et al. (2023) evidencian mejores valores de rendimiento 6100 a 7580 kg ha⁻¹ respecto a los tratamientos que no se les hizo aplicaciones. En cuanto a la calidad molinera se evidenció que el tratamiento T6 (F. INTEROC + H, C, pH INTEROC) obtuvo los mejores resultados con porcentajes de 90,08 % y 7,93 % para grano entero y grano partido, respectivamente. Lo cual concuerda con lo expuesto por (Elamawi et al., 2018), quienes reportan que con la aplicación de fungicidas como triciclazol e isoprothiolano se mejoró significativamente la calidad de la molienda del grano de arroz en las dos temporadas del cultivo. Adicionalmente, el agua de los lugares de estudio demostró según las pruebas hechas tener un pH de 6,5, asimismo ser de tipo semidura con más de 70 ppm, la cual se caracteriza por la presencia de CaCO₃, esta afecta la efectividad de los productos fitosanitarios aplicados, mermando la emulsionabilidad y dispersabilidad al momento de la aplicación, además reduce la concentración del principio activo debido a que los iones disueltos forman sales insolubles con las formulaciones de los fitosanitarios. Con la aplicación de ácido fosfórico regula el pH y a la vez de la dureza dando condiciones óptimas para que los ingredientes activos actúen de forma correcta.

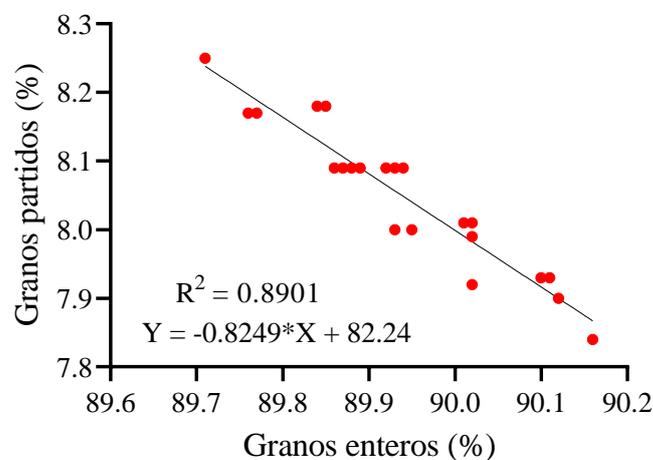


Figura 18. Relación de Granos partidos (%) en relación a Granos enteros (%). La relación fue positiva ($r=0,8901$; $p<0,001$) y la ecuación representativa es ($Y = -0,8249*X + 82,24$).

Como se observa en la figura 18, no existe una relación positiva entre granos partidos y granos enteros, lo cual sería lógico, puesto que a medida que aumenten los granos enteros, se reducirán en número los granos partidos. Esto está relacionado directamente con la eficiencia del proceso de molienda y las condiciones de secado pueden influir en la cantidad de granos partidos. Un secado adecuado y un manejo cuidadoso durante la molienda pueden reducir la

cantidad de granos partidos (Pedrera *et al.*, 2013). Lo cual resultaría beneficioso para la producción.

8. Conclusiones

- Los métodos de control de enfermedades y malezas influyen de manera significativa en diversos aspectos del cultivo de arroz. Los tratamientos con Difenoconazole + Pyraclostrobin - Azoxystrobin + Tridemorph demostraron ser más efectivos en términos de altura de planta y número de macollos. Estos resultados subrayan la importancia de seleccionar los métodos adecuados de control para optimizar el crecimiento y rendimiento del cultivo de arroz.
- Los resultados del estudio indican que, en general, el uso de tratamientos con Difenoconazole + Pyraclostrobin - Azoxystrobin + Tridemorph, mostró ventajas significativas en el control de enfermedades y en el rendimiento del cultivo de arroz, en comparación con los tratamientos tradicionales. Aunque algunos parámetros como el peso de 1000 granos y el número de granos por panícula no mostraron diferencias significativas, los tratamientos INTEROC se destacaron en la reducción del manchado del grano, el grano vano, el rendimiento y el índice de cosecha. Estos hallazgos subrayan la importancia de seleccionar adecuadamente los fungicidas para mejorar tanto la calidad como el rendimiento del arroz.
- Los tratamientos T4, T5 y T6 no solo optimizó el crecimiento y desarrollo de las plantas al mejorar la resistencia a enfermedades, sino que también maximizó el rendimiento del cultivo al incrementar el número de macollos y panículas. Este enfoque integrado demuestra cómo una gestión eficaz de la salud del cultivo puede conducir a mejoras sustanciales en la productividad agrícola.

9. Recomendaciones

- Adoptar un enfoque estratégico en la gestión de fungicidas es esencial para mitigar la resistencia de patógenos. Implementar un programa de rotación de grupos químicos, siguiendo las directrices del FRAC, no solo protege la eficacia de los fungicidas, sino que también contribuye a la sostenibilidad de la producción agrícola. Mediante la integración de estas prácticas, los agricultores pueden garantizar un manejo más efectivo y responsable de las enfermedades de los cultivos.
- Considerar las características específicas de las zonas geográficas y variedades de arroz es esencial para un manejo técnico eficaz. Permitiendo a los agricultores optimizar las prácticas de cultivo, adaptándose a las condiciones locales para maximizar el rendimiento y garantizar la sostenibilidad del cultivo de arroz. Implementar estas estrategias no solo beneficia a los productores individuales, sino que también contribuye al desarrollo agrícola sostenible y a la seguridad alimentaria global
- El uso de los índices de Shannon y Simpson es altamente recomendable para el control efectivo de malezas y la prevención de enfermedades en cultivos agrícolas. Estas herramientas proporcionan un marco sólido para evaluar la diversidad vegetal en el campo, permitiendo una gestión más precisa y sostenible. Al adoptar estas estrategias, los agricultores pueden mejorar la salud del cultivo, incrementar el rendimiento y contribuir a la sostenibilidad del ecosistema agrícola.

10. Bibliografía

- Adusumilli, N. R. (2017). *The Weed Science Society of Japan, Japan and Indian Society of Weed Science* (pp. 1-35). Asian-Pacific Weed Science Society (APWSS).
- Ahmad, H. M., Shahid, M. I., Ali, Q., Anjum, N. A., Ikram, A., & Palwasha, A. (2020). Efficacy of different fungicides against rice blast under field condition in rice crop. *Journal of Global Innovations in Agricultural and Social Sciences*, 8(1), 15-18.
- Ahmed, S., & Chauhan, B. S. (2014). Performance of Different Herbicides in Dry-Seeded Rice in Bangladesh. *The Scientific World Journal*, 2014(1), 729418.
- Akter, S., Haque, M. M., Farhouse, J., Paul, N. R., Ara, I., & Khalil, M. I. (2023a). Assessing the Effectiveness of Newly Developed Fungicides in Managing Rice Blast Disease. *Journal of Agroforestry and Environment*, 16(1), 104-113.
- Akter, S., Haque, Md. M., Farhouse, J., Paul, N. R., Ara, I., & Khalil, Md. I. (2023b). Assessing the Effectiveness of Newly Developed Fungicides in Managing Rice Blast Disease. *Journal of Agroforestry and Environment*, 16(1), 104-113. <https://doi.org/10.55706/jae1613>
- Alava, M. F., Poaquiza, J. T., & Castillo, G. H. (2018). La producción arrocería del Ecuador: Caso Samborondón, 2011 – 2015. *Revista ESPACIOS*, 39(34). <https://www.revistaespacios.com/a18v39n34/18393412.html>
- Ali, N., Akbar, N., Anjum, S. A., Rehman, A., & Ishfaq, M. (2019). Efficacy of different pre and post-emergence herbicides to control weeds in direct seeded rice. *Pakistan Journal of Weed Science Research*, 25(4).
- Ambavaram, M. M. R., Basu, S., Krishnan, A., Ramegowda, V., Batlang, U., Rahman, L., Baisakh, N., & Pereira, A. (2014). Coordinated regulation of photosynthesis in rice increases yield and tolerance to environmental stress. *Nature Communications*, 5(1), 5302. <https://doi.org/10.1038/ncomms6302>
- Awan, T. H., Sta Cruz, P. C., & Chauhan, B. S. (2015). Agronomic indices, growth, yield-contributing traits, and yield of dry-seeded rice under varying herbicides. *Field Crops Research*, 177, 15-25. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.03.001>

- Bajaña, J. T. M., García, L. D. L., & Campozano, F. D. O. (2023). Oportunidades biotecnológicas disponibles para mejorar el cultivo de arroz en el Ecuador. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 7(50). <https://journalprosciences.com/index.php/ps/article/view/682>
- BCE. (2019). *Reporte de coyuntura sector agropecuario*. <https://www.urbemixradio.com/provincia>
- Boonjung, H., & Fukai, S. (1996). Effects of soil water deficit at different growth stages on rice growth and yield under upland conditions. 2. Phenology, biomass production and yield. *Field Crops Research*, 48(1), 47-55. [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(96\)00039-1](https://doi.org/10.1016/0378-4290(96)00039-1)
- Borja, W. O. R., Morejón, B. J. Z., Mora, F. J. C., & Espinoza, F. G. E. (2020). *CALIDAD MOLINERA DE 40 LÍNEAS AVANZADAS F6 DE ARROZ (Oryza sp.) CULTIVADAS EN DOS ZONAS ARROCERAS DEL ECUADOR*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4429290>
- Bortoly, E. D., Rubin, R., Mariot, C. H., Kalsing, A., Menezes, V. G., Markus, C., & Merotto Jr, A. (2015). *Identificação de espécies do gênero Echinochloa através de descritores morfológicos e moleculares*. 9, 856-859.
- Burgos, N. R., Norsworthy, J. K., Scott, R. C., & Smith, K. L. (2008). Red rice (*Oryza sativa*) status after 5 years of imidazolinone-resistant rice technology in Arkansas. *Weed Technology*, 22(1), 200-208.
- Cadena Piedrahita, D., Helfgott Lerner, S., Espinoza Espinoza, F., Valarezo Beltrón, C., Sánchez Vásquez, V. S., & García Vásquez, 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*, 1-14. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3820767>
- Caldas Cueva, J. F., & Lizárraga Travaglini, A. (2020). Guía técnica: Manejo del cultivo de arroz bajo el sistema de riego con secas intermitentes en las regiones de Tumbes, Piura, Lambayeque y la Libertad. En *Instituto Nacional de Innovación Agraria*. Instituto Nacional de Innovación Agraria. <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/1053>

- Carmona, M., Sautua, F., Scandiani, M., Bello, R., López, M., & Luque, A. (2017). In vitro sensitivity assessment of late season soybean pathogens to fungicide mixtures. *Australasian Plant Disease Notes*, 12. <https://doi.org/10.1007/s13314-017-0244-7>
- Cedeño, J., Cedeño, G., Alcívar, J., Cargua, J., Cedeño, F., Cedeño, G., & Constante, G. (2018). Incremento del rendimiento y calidad nutricional del arroz con fertilización NPK complementada con micronutrientes. *Scientia Agropecuaria*, 9(4), Article 4. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.04.05>
- CFN. (2022). *Ficha Sectorial Arroz*. Subgerencia de Análisis de Productos y Servicios. <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2017/10/FS-October-2017.pdf>
- Channabasava, A., Lakshman, H. C., & Jorquera, M. A. (2015). Effect of fungicides on association of arbuscular mycorrhiza fungus *Rhizophagus fasciculatus* and growth of Proso millet (*Panicum miliaceum* L.). *Journal of soil science and plant nutrition*, 15(1), 95-45.
- Cherati, F., Bahrami, H., & Asakereh, A. (2011). Evaluation of traditional, mechanical and chemical weed control methods in rice fields. *Australian Journal of Crop Science*, 5.
- Chulze, S. N. (2023). Agentes de control biológico de origen microbiano para reducir el impacto de hongos patógenos y toxicogénicos. *Revista Argentina de Microbiología*, 55(1), 1-2. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2023.02.001>
- Concengo, G., Andres, A., Schreiber, F., Silva, A. F., Moisinho, I. S., & Coradini, M. C. (2019). Characterization of the weed flora in rice areas under distinct cropping systems and herbicide managements. *Planta Daninha*, 37, e019193419.
- CORDIS. (2021). *Una modificación en los genes de susceptibilidad podría dar lugar a variedades de arroz sostenibles*. CORDIS | European Commission. <https://cordis.europa.eu/article/id/429931-susceptibility-gene-tweak-could-lead-to-pest-resistant-rice-varieties/es>
- Cueva, M. B. R., Mora, F. J. C., Villalva, J. C. G., Ortiz, J. A. C., Álvarez, H. A., Litardo, R. C. M., García, E. L., Almeida, I. B. P., Romero, O. D., Arias, D. M., Roldán, M. P., Vélez, M. U., Gómez, P. J. R., Chica, M. G., Izurieta, M. D. L., Gonzales, A. M. M., Pinoargote, G. E. M., Pinoargote, F. R. M., Asang, S. E. F., ... Parrales, Y. R. (2022). Manejo en el cultivo de arroz. En *Portal de Libros Universidad Técnica de Babahoyo*.

Portal de Libros Universidad Técnica de Babahoyo.
<https://libros.utb.edu.ec/index.php/utb/catalog/book/93>

- Dass, A., Shekhawat, K., Choudhary, A. K., Sepat, S., Rathore, S. S., Mahajan, G., & Chauhan, B. S. (2017). Weed management in rice using crop competition-a review. *Crop Protection*, 95, 45-52. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.08.005>
- Dhammu, H. (2002). *Critical period of Cyperus iria L. competition in transplanted rice*. <https://doi.org/10.13140/2.1.3122.7840>
- Echeverría, R. A. L., Giménez, L. I., & López, M. G. (2022). Ecología de comunidades de malezas de arroz (*Oryza sativa* L.) como aporte hacia una agricultura sustentable. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 48(2), 148-154.
- Elamawi, R. M., Mostafa, F. A., & El-Shafey, R. A. S. (2018). Monitoring of tricyclazole and isoprothiolane residues and their effects on blast disease, yield and its components, grain quality and chemical components of rice. *Journal of Plant Protection and Pathology*, 9(9), 557-566.
- FAO. (2022). *Perspectivas de cosechas y situación alimentaria #4, diciembre 2021*. FAO ; <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cb7877es>
- FAO. (2024, abril 5). *Nota informativa de la FAO sobre la oferta y la demanda de cereales / Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. WorldFoodSituation*. <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es>
- González-González, M., Díaz, M., Zurita, R., & Hernández, S. (2013). Eficacia de tres fungicidas para controlar roya de la hoja en cebada maltera. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4, 1237-1250. <https://doi.org/10.29312/remexca.v4i8.1136>
- Gutiérrez, S., & Cúndom, M. (2013). Guía para la Identificación de Enfermedades del Cultivo del Arroz (*Oryza sativa* L.) en la Provincia de Corrientes. *Argentina. Universidad Nacional del Nordeste. Facultad de Ciencias Agrarias Asociación Correntina de Plantadores de Arroz*.
- Gutiérrez, S., Mazzanti, M., Mazza, S., & Cundom, M. (2000). Resultados preliminares sobre el control de manchado de grano de arroz. *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2000*.

- Hakim, M. A., Juraimi, A. S., Karim, S. R., Khan, M. S. I., Islam, M. S., Choudhury, M. K., & EL Sabagh, A. (2021). Effectiveness of herbicide to control rice weeds in diverse saline environments. *Sustainability*, *13*(4), 2053.
- Heap, I. (2010). The international survey of herbicide resistant weeds. [http://www. weedscience. com](http://www.weedscience.com).
- Holm, L. G., Plucknett, D. L., Pancho, J. V., & Herberger, J. P. (1977). *The world's worst weeds. Distribution and biology*. University Press of Hawaii.
- Iglesias, D. C. H. I. P., Delgado, Ms. I. R., & Batista, D. C. R. M. G. (2018). Principales enfermedades que afectan al cultivo del arroz en Ecuador y alternativas para su control. *Revista Científica Agroecosistemas*, *6*(1), Article 1.
- Ihsan, M. Z., Khaliq, A., Matloob, A., El-Nakhlawy, F. S., Abohassan, R. A., Daur, I., & Aslam, Z. (2014). Influence of herbicides applied alone or supplemented with manual weeding on weed growth, rice yield and grain quality in direct-seeded rice (*Oryza sativa* L.). *Philippine Agricultural Scientist*, *97*(4), 377-384.
- INIAP. (2018). *Manual del cultivo de arroz #66* (pp. 11-30). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Interoc. (2020). *Manual para identificación de malezas en arroz*.
- Jarma, A., Degiovanni Beltramo, V. M., & Montoya, R. A. (2010). *Índices fisiotécnicos, fases de crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz*.
- Jarma O., A., Degiovanni Beltramo, V. M., & Montoya, R. A. (2010). *Índices fisiotécnicos, fases de crecimiento y etapas de desarrollo de la planta de arroz*. <https://hdl.handle.net/10568/82473>
- Jiménez, M. B. (2021). Importancia de los factores climáticos en el cultivo de arroz: Importance of climate factors in rice crop. *Ciencia Y Tecnología Agropecuaria*, *6*(1), Article 1.
- Khamari, B. (2020). Grain Discolouration: An Emerging Threat to Rice Crop. *Research Biotica*, *2*, 80-87. <https://doi.org/10.54083/ResBio.2.2.2020.80-87>
- Kraehmer, H., Jabran, K., Mennan, H., & Chauhan, B. S. (2016). Global distribution of rice weeds—a review. *Crop Protection*, *80*, 73-86.

- Kuroda, Y., Rao, S. A., Bounphanousay, C., Kanyavong, K., Iwata, A., Tanaka, K., & Sata, Y. (2006). Diversity of wild and weedy rice in Laos. *Rice in Laos, Los Baños, Philippines, IRRI*, 215-234.
- Li, G., Tang, J., Zheng, J., & Chu, C. (2021). Exploration of rice yield potential: Decoding agronomic and physiological traits. *The Crop Journal*, 9(3), 577-589. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2021.03.014>
- Liao, C., Fang, S., Zhang, H., Liu, L., Xie, J., Li, X., Cao, F., Chen, J., & Huang, M. (2024). Grain Yield and Yield Attributes of Currently Popular Hybrid Rice Varieties Compared to Representative Super Hybrid Rice Varieties in Subtropical Environments. *Agronomy*, 14(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/agronomy14020318>
- López Hernández, M. B., López Castañeda, C., Kohashi Shibata, J., Miranda Colín, S., Barrios Gómez, E. J., & Martínez Rueda, C. G. (2018). Rendimiento de grano y sus componentes, y densidad de raíces en arroz bajo riego y seco. *Agrociencia*, 52(4), 563-580.
- Ma, Y.-Z., MacKown, C. T., & Van Sanford, D. A. (1990). Sink Manipulation in Wheat: Compensatory Changes in Kernel Size. *Crop Science*, 30(5), crops1990.0011183X003000050028x. <https://doi.org/10.2135/cropsci1990.0011183X003000050028x>
- MAG. (2020). *Productores de arroz de Macará y Zapotillo reciben certificados para movilizar su producción – Ministerio de Agricultura y Ganadería*. <https://www.agricultura.gob.ec/productores-de-arroz-de-macara-y-zapotillo-reciben-certificados-para-movilizar-su-produccion/>
- Mairghany, M., Yahya, A., Adam, N., Mat Su, A. S., & Elsoragaby, S. (2018, febrero 8). *Sustainability Practices for Pesticide Spraying for Wet Paddy Cultivations in Malaysia*. *Sustainability Practices for Pesticide Spraying for Wet Paddy Cultivations in Malaysia*.
- MAPA. (2024). *Arroz* [Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación]. *Arroz*. <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/cultivos-herbaceos/arroz/>

- Maqueira, L. A., Miranda, A., & Torres, W. (2009). Crecimiento y rendimiento de dos variedades de arroz de ciclo corto en época poco lluviosa. *Cultivos Tropicales*, 30(3), 28-31.
- Melgarejo Nárdiz, P., & De Cal, A. (2006). Biofungicidas y control biológico de hongos fitopatógenos: Aplicación en la filosfera. *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal*, 182, 59-63.
- Mera, C. A. D., & Baque, D. L. S. (2023). Aplicación de herbicidas postemergentes para el control de malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). *ECOAgropecuaria. Revista Científica Ecológica Agropecuaria*, 2(1), 1-9.
- Mukherjee, P. K., Sarkar, A., & Anindya, S. (2008). Critical Period of Crop-weed Competition in Transplanted and Wet-seeded Kharif Rice (*Oryza sativa* L.) under Terai Conditions. *Indian Journal of Weed Science*, 40, 147-152.
- Murata, M., Ishiguro, K., & Yokoyama, A. (1975). Analysis of Basis Weight Variation in Fourdrier Paper Machine (2). *Japan Tappi Journal*, 29(2), 73-76. https://doi.org/10.2524/jtappij.29.2_73
- Ortiz, A. (2005). *Efecto de periodos de interferencia de la arroz rojo sobre el rendimiento y sus componentes en la variedades de arroz zeta 15 y FONAIAP 2000.*
- Orús, A. (2023, marzo 21). *Arroz: Principales productores a nivel mundial.* Statista. <https://es.statista.com/estadisticas/598933/principales-productores-de-arroz-con-cascara-en-el-mundo/>
- Panda, B., Mondal, S., Mohanty, A., Senapaty, J., Meher, J., Sahoo, C. R., Samal, K. C., Dash, M., Chakraborty, K., & Dash, S. K. (2023). Exploring the physiological basis of yield enhancement in New Generation Rice (NGR): A comparative assessment with non-NGR rice genotypes. *Plant Physiology Reports*, 28(4), 543-555. <https://doi.org/10.1007/s40502-023-00745-5>
- Panozzo, L. E., Agostinetto, D., de Moraes, P. V. D., Magano, D. A., Harter, A., & Pinto, L. B. (2014). Control of *Echinochloa* sp. In the irrigated rice crop. *International Journal of Agronomy*, 2014.
- Quintero, C. (2009). *Factores Limitantes para el Crecimiento y Productividad del Arroz en Entre Ríos, Argentina.*

- Quiroz, F. J., Velazquez, L., Lázzaro, N., Escande, A. R., Aguirrezábal, L. A. N., & Dosio, G. A. A. (2018). Impacto de las enfermedades foliares sobre variables fisiológicas determinantes del rendimiento del girasol ante diferentes situaciones de cultivo. *Revista de investigaciones agropecuarias*, 44(3), 333-343.
- Rodenburg, J., & Johnson, D. E. (2009). Chapter 4—Weed Management in Rice-Based Cropping Systems in Africa. En D. L. Sparks (Ed.), *Advances in Agronomy* (Vol. 103, pp. 149-218). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(09\)03004-1](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(09)03004-1)
- Rodríguez-González, O., Florido-Bacallao, R., Varela-Nualles, M., González-Viera, D., Vázquez-Montenegro, R., Maqueira-López, L. A., & Morejón-Rivera, R. (2020). Aplicación de la herramienta de modelación DSSAT para estimar la dosis óptima de fertilizante nitrogenado para la variedad de arroz J-104. *Cultivos Tropicales*, 41(2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-59362020000200001&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Romero Córdor, C., Castillo Jara, M., Acurio, L., Andino, F., Vélez, T., Torres, J., Gómez, D., Freire, H., Escobar, V., Aguiar, A., Condoy, D., Pulupa Vela, R., & Barona, D. (2023). *El Origen del intrusivo Potrerillos (Macará, Ecuador)*. 34, 1-26. <https://doi.org/10.30550/j.agl/2023.34.1/2023-02-24>
- Satorre, E. H., Benech Arnold, R. L., Slafer, G. A., de la Fuente, E. B., Miralles, D. J., Otegui, M. E., & Savin, R. (2004). *Producción de granos. Bases funcionales para su manejo*. <https://agris.fao.org/search/en/providers/122604/records/64724588e17b74d2224f4c08>
- Schaedler, C., Burgos, N., Noldin, J., Alcober, E., Salas, R., & Agostinetto, D. (2015). Competitive ability of ALS-inhibitor herbicide-resistant *Fimbristylis miliacea*. *Weed research*, 55(5), 482-492.
- Sen, P., Chatterjee, A., Kumar, D., Bhattacharyya, S., Bandyopadhyay, S., & Sarkar, A. (2024). Genetic and functional mechanisms of yield-related genes in rice. *Acta Physiologiae Plantarum*, 46(3), 29. <https://doi.org/10.1007/s11738-024-03667-3>
- Singh, J. N., & Murayama, N. (1963). Analytical studies on the productive efficiency of nitrogen in rice. *Soil Science and Plant Nutrition*, 9(4), 25-35. <https://doi.org/10.1080/00380768.1963.10431045>

- Suarez, C., & Delgado, A. (2018). *Influencia de enfermedades en el rendimiento de cultivares de arroz la Provincia del Oro*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22566.78406>
- Tuli, F. U., Hossain, M. I., Shapla, S. A., Hussain, M. A., Talukdar, M. R. B., Kawochar, M. A., & Ferdous, J. (2017). Efficacy of selected fungicides in controlling foliar diseases of rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Plant Sciences*, 5(6), 185-190.
- Vásquez, V. S., Vasquez, G. E. G., Piedrahpita, D. C., Lerner, S. H., Espinoza, F. E., & Valarezo-Beltron, O. (2020). Control químico de malezas en fincas de arroz (*Oryza sativa* L.), en el sistema de riego y drenaje Babahoyo, Ecuador. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 5(2), 66-79.
- Venkatesh, B., Parameswari, Y. S., Madhavi, M., & Prakash, T. R. (2021). *Performance of herbicides and herbicide mixtures on weed control in transplanted rice*.
- Vivas, L., Diana, V., & Mendoza, I. (2014). *Guía para el reconocimiento y manejo de las principales enfermedades en el cultivo de arroz en Ecuador*.
- Wu, W., Liao, Y., Shah, F., Nie, L., Peng, S., Cui, K., & Huang, J. (2013). Plant growth suppression due to sheath blight and the associated yield reduction under double rice-cropping system in central China. *Field Crops Research*, 144, 268-280.
- Yang, J., & Zhang, J. (2010). Crop management techniques to enhance harvest index in rice. *Journal of Experimental Botany*, 61(12), 3177-3189. <https://doi.org/10.1093/jxb/erq112>
- Zambrano, C., Andrade, M., & Rodríguez, W. (2019). *Factors that affect the productivity of rice growing in los Rios Province*. 11, 270-277.

Anexo 3. Ficha técnica del primer fungicida utilizado en los tratamientos T4, T5 y T6.



Vademécum Agrícola XV

ACRUX



Fungicida sistémico
Difeconazole, Pyraclostrobin
Concentrado emulsionable

ACCIÓN FITOSANITARIA: Fungicida de alta eficacia que combina dos ingredientes activos de diferentes grupos químicos para un excelente control.

NOMBRE COMÚN O INGREDIENTE ACTIVO:
Difeconazole.....250,0 g/l
Pyraclostrobin.....78,7 g/l

MODO Y MECANISMO DE ACCIÓN: ACRUX es un fungicida sistémico con acción preventiva y curativa. Absorbido por las hojas con fuerte translocación translaminar y acropetal.

ACRUX es un inhibidor de la demetilación del esteroil. Inhibe la biosíntesis del ergosterol en la membrana celular, detiene el desarrollo del hongo. También actúa como inhibidor de la respiración mitocondrial por bloqueo de la transferencia electrónica al complejo citocromo bc1.

GRUPOS FRAC Pyraclostrobin C3; Difeconazole G1.

FORMA Y EPOCA DE APLICACIÓN: ACRUX se debe aplicar de manera de lograr una cobertura uniforme del área a tratar. Los equipos de aplicación deben estar en buen estado y calibrados antes de ser usados. ACRUX se aplica en forma foliar, una o dos aplicaciones con intervalo máximo de 7 días una vez que se observe la enfermedad.

MODO DE APLICACIÓN: Calcule la cantidad de agua a emplear acorde a la superficie que pretende proteger. Colocar en el tanque de mezcla la mitad del agua que se va a emplear, adicionar la cantidad de producto de acuerdo a la dosis recomendada y agitar. Agregar el resto de agua y agitar hasta que la mezcla sea homogénea. El producto se aplica en forma terrestre. Utilizarlo mediante aspersión foliar.

Rosas: Realizar máximo 2 aplicaciones con intervalo de hasta 7 días, una vez que se observe la enfermedad.

Arroz: Aplicar en etapa de macollamiento. Durante el ciclo de cultivo pueden realizarse aplicaciones en rotación adecuada con productos de otros mecanismos de acción.

COMPATIBILIDAD: ACRUX no presenta reacciones de incompatibilidad con plaguicidas comunes, excepto aquellos de fuerte reacción alcalina. Se recomienda realizar pruebas de compatibilidad antes de realizar la aplicación.

GARANTÍA: "El titular del registro garantiza que las características físico químicas del producto contenido en este envase corresponden a las anotadas en la etiqueta y que es eficaz para los fines aquí recomendados, si se usa y maneja de acuerdo a las condiciones e instrucciones dadas".

TOXICIDAD: Categoría Toxicológica III. Ligeramente Peligroso.

PRESENTACIONES:

Botella x 1 litro.
Frasco x 500 cc.

REGISTRO: PQUA No. 186-F1/NA

FORMADOR Y DISTRIBUIDOR: INTEROC CUSTER.

RECOMENDACIONES DE USO DE ACRUX:

CULTIVO	PLAGA		DOSIS	PERIODO DE CARENCIA
	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO		
ARROZ (<i>Oryza sativa</i>)	Afublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	0.5 l/ha	30 días.
ROSAS (<i>Rosa sp.</i>)	Botrytis	<i>Botrytis cinerea</i>	0.6 l/ha	No aplica

Anexo 4. Ficha técnica del segundo fungicida utilizado en los tratamientos T4, T5 y T6



TOPGUN



Suspoemulsión

ACCIÓN FITOSANITARIA: TOPGUN es una poderosa mezcla de dos ingredientes activos altamente efectivos para el control de oidio en rosas y basidio y ascomicetos en cultivos de papa y arroz.

INGREDIENTE ACTIVO: Azoxystrobin + Tridemorph.

CONCENTRACIÓN: 12.5% + 21.5%.

FORMULACIÓN: Suspoemulsión (SE).

GRUPO QUÍMICO: Estrobilurina + Morfolina.

DOSIS: 1.25 cc/l.

MODO DE ACCIÓN: Es altamente sistémico, con características preventivas, curativas y erradicantes.

MECANISMO DE ACCIÓN: Tridemorph, actúa a través de la inhibición de la biosíntesis del esteroil, en la enzima 14-Reductasa. Azoxystrobin actúa en la respiración mitocondrial por bloqueo de transferencia de electrones entre el sitio del citocromo b y c1.

GRUPO FRAC Azoxystrobin C3, Tridemorph G2.

COMPATIBILIDAD: Es compatible con una amplia gama de pesticidas y fertilizantes foliares de uso común, no es recomendable mezclarlo con productos de reacción alcalina. Antes de realizar una mezcla es conveniente realizar una pequeña prueba de campo.

PRECAUCIONES: El producto puede causar daños si es ingerido o absorbido a través de la piel. Evitar contacto con la piel, ojos o ropa. No comer, beber o fumar durante las operaciones de mezcla y aplicación. Conservar el producto en el envase original, etiquetado y cerrado. Utilice ropa protectora durante el manipuleo y aplicación. Usar máscara respiratoria cuando se realicen trabajos en ambientes cerrados.

TOXICIDAD: Categoría Toxicológica II. Moderadamente Peligroso.

PRESENTACIONES:

Frasco x 1 litro.
Frasco x 250 cc.

REGISTRO: 170-F1-NA

FABRICANTE: INTEROC S.A.

DISTRIBUIDO POR: INTEROC S.A.

Anexo 7. Ficha técnica de regulador de pH utilizado en los tratamientos T3 y T6.



Aportamos Calidad

FICHA TÉCNICA



TIPO DE FORMULACION: Concentrado Soluble (SL)

USO: REGULADOR DE pH

INGREDIENTE ACTIVO:

• Ácido Fosfórico.....250 g/l
Nombre químico: Acido Fosfórico
No. CAS 7664-38-2

FORMULADOR:
INTEROC S.A.
Km16.5 vía Daule
Guayaquil, Ecuador

IMPORTADOR Y DISTRIBUIDOR:
INTEROC S.A. SUCURSAL COLOMBIA
Autopista Bogotá - Medellín Km 3.4
Centro Empresarial Metropolitano – Modulo
3, Bodega 13.
Cota-Colombia
Telf: (571)8415771 – (571)8415055

MODO DE ACCIÓN:

OPTIWATER es un producto que mejora la eficacia de los productos fitosanitarios. OPTIWATER regula el pH de las aguas utilizadas para la aplicación de plaguicidas y fertilizantes agrícolas. Actúa como acidificante, tensoactivo, y estabilizador de las mezclas de plaguicidas y fertilizantes foliares, aumentando de forma considerable la efectividad de las aplicaciones.

OPTIWATER reduce el pH y mantiene la estabilidad del agua, evitando la descomposición de los ingredientes activos utilizados en la mezcla de aplicación.

Anexo 8. Fangueo del terreno.



Anexo 9. Elaboración de bandejas germinadoras



Anexo 10. Emergencia de plántulas en bandejas germinadoras



Anexo 11. Trasplante de plántulas.



Anexo 12. Preparación de tratamientos



Anexo 13. Aplicación de tratamientos.



Anexo 14. Productos aplicados.



Anexo 15. Medición de altura de la planta.



Anexo 16. Contabilización de número de macollos.



Anexo 17. Obtención de datos de diversidad de maleza.



Anexo 18. Registro de datos de manchando del grano.



Anexo 19. Contabilización de datos de índice de pilada.



Anexo 20. Probador del sistema de prueba del arroz “Pequeña fresadora Jgj8098”.



Anexo 21. Cosecha de parcelas experimentales.



Anexo 22. Cultivo de arroz.



Anexo 23. Resultados del ANOVA de la variable altura de la planta (p valor significativo < 0,05).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
altura	24	0,97	0,96	0,70

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	243,99	5	48,80	120,12	<0,0001
Funcida	202,01	1	202,01	497,24	<0,0001
Herbicida	40,44	2	20,22	49,77	<0,0001
Funcida*Herbicida	1,54	2	0,77	1,89	0,1792
Error	7,31	18	0,41		
Total	251,31	23			

Anexo 24. Resultados del ANOVA de la variable número de macollos (p valor significativo < 0,05).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Macollos	24	0,91	0,88	0,95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,24	5	1,85	35,23	<0,0001
Funcida	5,48	1	5,48	104,50	<0,0001
Herbicida	1,83	2	0,92	17,47	0,0001
Funcida*Herbicida	1,93	2	0,96	18,36	<0,0001
Error	0,94	18	0,05		
Total	10,19	23			

Anexo 25. Resultados del ANOVA de la variable número de granos por panícula (p valor significativo < 0,05).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de granos	24	0,62	0,51	1,23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	118,05	5	23,61	5,77	0,0024
Funcida	109,23	1	109,23	26,71	0,0001
Herbicida	4,01	2	2,01	0,49	0,6202
Funcida*Herbicida	4,81	2	2,41	0,59	0,5655
Error	73,62	18	4,09		
Total	191,67	23			

Anexo 26. Resultados del ANOVA de la variable manchado del grano (p valor significativo < 0,05).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Manchado del grano	24	0,96	0,96	13,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	259,67	5	51,93	99,07	<0,0001
Funcida	257,87	1	257,87	491,92	<0,0001
Herbicida	0,62	2	0,31	0,59	0,5665
Funcida*Herbicida	1,18	2	0,59	1,13	0,3456
Error	9,44	18	0,52		
Total	269,11	23			

Anexo 27. Resultados del ANOVA de la variable grano vano (p valor significativo < 0,05).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Grano vano	23	0,95	0,94	17,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	151,12	5	30,22	66,60	<0,0001
Funcida	149,33	1	149,33	329,03	<0,0001
Herbicida	1,75	2	0,88	1,93	0,1752
Funcida*Herbicida	0,75	2	0,37	0,82	0,4557
Error	7,72	17	0,45		
Total	158,84	22			

Anexo 27. Resultados del ANOVA de la variable rendimiento (p valor significativo < 0,05).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
rendimiento	24	0,91	0,88	1,05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	752685,03	5	150537,01	35,35	<0,0001
Funcida	727361,95	1	727361,95	170,79	<0,0001
Herbicida	9062,64	2	4531,32	1,06	0,3658
Funcida*Herbicida	16260,44	2	8130,22	1,91	0,1770
Error	76656,70	18	4258,71		
Total	829341,73	23			

Anexo 28. Resultados del ANOVA de la variable índice de cosecha (p valor significativo < 0,05).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
IC	23	0,59	0,47	1,40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,2E-03	5	2,4E-04	4,85	0,0061
Funcida	1,1E-03	1	1,1E-03	21,27	0,0002
Herbicida	6,6E-05	2	3,3E-05	0,67	0,5241
Funcida*Herbicida	5,6E-05	2	2,8E-05	0,57	0,5759
Error	8,4E-04	17	5,0E-05		
Total	2,0E-03	22			

Anexo 30. Resultados del ANOVA de la variable granos enteros (p valor significativo < 0,05).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de grano entero	24	0,43	0,28	0,11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,14	5	0,03	2,75	0,0513
Funcida	0,07	1	0,07	6,54	0,0198
Herbicida	0,04	2	0,02	1,98	0,1670
Funcida*Herbicida	0,03	2	0,02	1,63	0,2238
Error	0,18	18	0,01		
Total	0,32	23			

Anexo 31. Resultados del ANOVA de la variable granos partidos (p valor significativo < 0,05).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de granos partidos	24	0,40	0,23	1,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,10	5	0,02	2,39	0,0788
Funcida	0,01	1	0,01	1,19	0,2898
Herbicida	0,06	2	0,03	3,75	0,0434
Funcida*Herbicida	0,03	2	0,01	1,63	0,2233
Error	0,15	18	0,01		
Total	0,24	23			

Anexo 32. Resultados del ANOVA de la variable peso de 1000 granos (p valor significativo < 0,05).

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de 1000 granos	24	0,29	0,10	0,57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,10	5	0,02	1,49	0,2423
Funcida	0,01	1	0,01	0,49	0,4919
Herbicida	0,09	2	0,05	3,45	0,0541
Funcida*Herbicida	8,3E-04	2	4,2E-04	0,03	0,9698
Error	0,24	18	0,01		
Total	0,34	23			

Mgs. Mónica Jimbo Galarza

C E R T I F I C O:

Haber realizado la traducción de Español – Inglés del resumen del Trabajo de Integración curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, titulado **"Validación de métodos de control de enfermedades fungosas y malezas en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) sobre variables de crecimiento y rendimiento, en el cantón Macará, provincia de Loja."** de autoría de Cesar Steve Arevalo Gallo CI: 1104532849.

Se autoriza al interesado hacer uso de la misma para los trámites que crea conveniente.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Emitida en Loja, a los 20 días del mes de octubre 2024.



MONICA CECILIA
JIMBO GALARZA

Mgs. Mónica Jimbo Galarza

MAGÍSTER EN ENSEÑANZA DE INGLÉS COMO LENGUA EXTRANJERA

REGISTRO EN LA SENECYT N° 1021-2018-1999861