

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**APLICACIÓN DE TRES DOSIS DEL HERBICIDA PROFOXYDIM  
PARA EL CONTROL DE MALEZAS GRAMÍNEAS EN TRES  
VARIEDADES DE *Oryza sativa* L. BAJO RIEGO EN SAN JOSÉ, SAN  
MARTÍN.**

**Tesis**

  
Ing. Fausto Silva Cárdenas  
Asesor de Tesis - FA.  
VºBº

**Para optar el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR:**

**ERIKA LILIANA RUIZ MERA**

**Asesor: FAUSTO SILVA CÁRDENAS**

**Tingo María – Perú**

**2021**



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



Av. Universitaria Km 1.2 Telf. (062) 562341 (062) 561136 Fax. (062) 561156 E.mail: [fagro@unas.edu.pe](mailto:fagro@unas.edu.pe)

"Año de la Universalización de la Salud"

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

**2021-FA-UNAS**

BACHILLER : ERIKA LILIANA, RUÍZ MERA

TÍTULO : "APLICACIÓN DE TRES DÓISIS DE PROFOXYDIM PARA EL CONTROL DE MALEZAS GRAMÍNEAS EN TRES VARIETADES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) BAJO RIEGO EN SAN JOSÉ, SAN MARTÍN"

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : ING. MIRANDA ARMAS Carlos Miguel  
VOCAL : M.Sc GONZÁLES HUÍMAN, Fernando Segundo  
VOCAL : NG. VIERA HUÍMAN, Manuel Tito.  
ASESOR : M..SC SILVA CÁRDENAS Fausto.

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 20- 12 -2021

HORA DE SUSTENTACIÓN : 10.00am

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : Plataforma Virtual Teams-Facultad de Agronomía

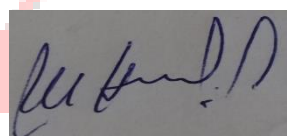
CALIFICATIVO : APROBADO

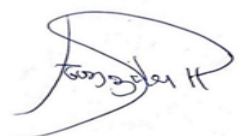
RESULTADO : BUENO

OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 10 DE DICIEMBRE DE 2021

  
.....  
PRESIDENTE  
Ing. CARLOS M.MIRANDA ARMAS

  
.....  
VOCAL  
Ing. MANUEL T.VIERA HUÍMAN

  
.....  
VOCAL  
M.Sc FERNANDO S.GONZÁLES HUÍMAN

  
.....  
ASESOR  
M.Sc. FAUSTO SILVA CÁRDENAS



## VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN

### OFICINA DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO

#### I. DATOS GENERALES DE PREGRADO

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva

Facultad : Facultad de Agronomía

Título de Tesis : APLICACIÓN DE TRES DOSIS DE PROFOXYDIM PARA EL CONTROL DE MALEZAS GRAMÍNEAS EN TRES VARIETADES DE *Oryza sativa* L. BAJO RIEGO EN SAN JOSÉ, SAN MARTÍN.

Autor : Bach. ERIKA LILIANA RUIZ MERA

Asesor de Tesis : Ing. M.Sc. Fausto Silva Cárdenas

Escuela Profesional : AGRONOMÍA

Programa de Investigación: Especies Agrícolas, sistemas de producción y protección vegetal.

Línea (s) de Investigación : Diagnóstico y control de plagas..

Eje temático de investigación: Uso de herbicidas en el control de malezas.

Lugar de Ejecución : CASERIO SAN JOSE – DISTRITO: SAN RAFAEL – PROVINCIA: BELLAVISTA – REGION: SAN MARTÍN.

Duración

Fecha de Inicio : 10 DE SETIEMBRE 2020

Término : 20 DE MARZO 2021

Financiamiento

FEDU :

Propio : PROPIO

Otros :

## DEDICATORIA

A Dios: por darme la fuerza suficiente en todo momento y permitirme llegar al término de carrera anhelada.

A mis padres: Luisa Mera, por su amor infinito, confianza y apoyo incondicional en mi desarrollo profesional, y a mi padre Juan Ruiz, quien desde el cielo guía mis pasos.

A mis hermanos: Juan Britaldo, Luis Jeremy, Dina Luz, por su constante apoyo en todo momento de mi vida y a mi hermano Robin Edgardo, que en paz descansa.

A mi tía Alicia Mera, por ser como mi segunda madre. A mi prima Leydi Marina, a mis sobrinos Salah y Sebastián; gracias por estar siempre conmigo.

## AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, mi alma mater, por mi formación profesional.
- A mi asesor Ing. M.Sc. Fausto Silva Cárdenas, por su apoyo en la ejecución y conducción del presente trabajo de investigación.
- A los miembros del jurado: Ing. Carlos Miguel Miranda Armas, Ing. Manuel Tito Viera Huiman e Ing. M.Sc. Fernando Gonzales Huiman, por sus aportes científicos para la finalización de mi tesis.
- Al Ing. Manuel Paredes Arce, coasesor de la tesis, por sus orientaciones en la redacción.
- Al Ing. Michel Saavedra Paredes, representante técnico comercial de la empresa BASF Peruana S.A., por brindarme los productos para la realización de mi tesis.
- Al Ing. Elvis Hijuela García, por el apoyo en la ejecución de mi tesis
- Al Ing. Silvio Elwis Gavilán Puente, de la Hacienda El Potrero S.A.C., por la facilitación las semillas certificadas de arroz.

## ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1. Importancia del cultivo de arroz .....	3
2.2. Requerimientos edafoclimáticos .....	3
2.2.1. Clima .....	3
2.2.2. Temperatura .....	3
2.2.3. Suelo.....	4
2.3. Manejo del cultivo de arroz .....	4
2.3.1. Preparación del terreno .....	4
2.3.2. Nivelación del terreno .....	4
2.3.3. Fangueo .....	5
2.3.4. Almacigo .....	5
2.3.5. Siembra .....	5
2.3.6. Manejo del agua .....	5
2.3.7. Fertilización en campo definitivo.....	6
2.3.8. Cosecha y postcosecha .....	6
2.4. Etapas de crecimiento y desarrollo fisiológico del cultivo de arroz .....	7
2.5. Descripción de las variedades de arroz .....	9
2.5.1. INIA 509 - La Esperanza .....	9
2.5.2. HP102FL - El Valor .....	10
2.5.3. INIA 507 - La conquista .....	10
2.6. Malezas presentes en los arrozales.....	11
2.7. Control de malezas.....	12
2.7.1. Control cultural .....	12
2.7.2. Control mecánico o manual .....	12

2.7.3. Control químico .....	12
2.8. Selectividad de los herbicidas .....	13
2.9. Herbicidas utilizados en el experimento .....	13
2.9.1. Tetris .....	13
2.9.2. Nadal .....	15
2.10. Antecedentes.....	15
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	18
3.1. Lugar de ejecución.....	18
3.1.1. Historial del campo experimental .....	18
3.1.2. Condiciones climáticas del campo experimental .....	18
3.1.3. Características físico-químico del suelo.....	18
3.2. Diseño estadístico .....	19
3.2.1. Componentes en estudio .....	19
3.2.2. Tratamientos en estudio .....	20
3.2.3. Dosificación .....	20
3.2.4. Diseño experimental.....	21
3.2.5. Características del campo experimental.....	22
3.2.6. Análisis estadístico.....	23
3.2.7. Variables independientes .....	23
3.2.8. Variables dependientes.....	23
3.3. Parámetros evaluados.....	23
3.3.1. Identificación de malezas .....	23
3.3.2. Control de malezas .....	24
3.3.3. Fitotoxicidad .....	24
3.3.4. Número de macollos/m <sup>2</sup> .....	24
3.3.5. Rendimiento de grano .....	24
3.3.6. Análisis de rentabilidad.....	25

3.4. Ejecución del experimento.....	26
3.4.1. Limpieza del terreno .....	26
3.4.2. Preparación y demarcación de la parcela experimental .....	26
3.4.3. Pregerminado de la semilla .....	26
3.4.4. Siembra a campo definitivo .....	26
3.4.5. Control de malezas (aplicación de tratamientos) .....	26
3.4.7. Fertilización en campo definitivo.....	27
3.4.8. Cosecha .....	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	28
4.1. Identificación de malezas.....	28
4.2. Control de malezas.....	29
4.3. Fitotoxicidad .....	35
4.4. Altura .....	41
4.5. Macollos.....	47
4.6. Rendimiento.....	51
4.7. Rentabilidad .....	56
V. CONCLUSIONES .....	58
VI. PROPUESTAS A FUTURO.....	59
VII. REFERENCIAS.....	60



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Página</b>
1. Datos meteorológicos durante la ejecución del experimento del año 2020. ....	18
2. Características físico-químico del suelo experimental. ....	19
3. Descripción de los tratamientos en estudio .....	20
4. Esquema del análisis de varianza .....	23
5. Escala de evaluación visual de control de malezas. ....	24
6. Escala de HOECOL evaluación del índice de daño por herbicidas. ....	25
7. Malezas identificadas en el campo experimental. ....	28
8. Análisis de varianza del control de malezas a los 15, 30, 45, 60 DDA.....	29
9. Comparación de medias por la de Tuckey ( $\alpha=0,05$ ) del control de malezas a los 15, 30, 45 y 60 DDA .....	30
10. Comparación de medias de Tuckey ( $\alpha=0,05$ ) del control de malezas a los 15, 30, 45 y 60 DDA, de los factores variedades de arroz y dosis de herbicida. ....	33
11. Análisis de varianza de fitotoxicidad del arroz a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación (DDA).....	35
12. Comparación de medias de Tuckey ( $\alpha=0,05$ ) de fitotoxicidad del arroz a los 7, 14, 21 y 28 DDA. ....	36
13. Comparación de medias de Tuckey ( $\alpha=0,05$ ) de fitotoxicidad del arroz a los 7, 14, 21 y 28 DDA, de los factores variedades y dosis de herbicida. ....	39
14. Análisis de varianza de la altura de arroz a los 7, 35 y 63 DDA.....	42
15. Comparación de medias de Tuckey ( $\alpha=0,05$ ) de la altura de arroz (cm) a los 7, 35 y 63 DDA. ....	43
16. Comparación de medias de Tuckey ( $\alpha=0,05$ ) de altura de arroz a los 7, 35 y 63 DDA, de los factores variedades y dosis de herbicida. ....	45
17. Análisis de varianza del número de macollos por metro cuadrado de arroz a los 120 días después del voleo. ....	47
18. Comparación de medias de Tuckey ( $\alpha=0,05$ ) del número de macollos por metro cuadrado de arroz a los 120 días después del voleo. ....	48

19.	Comparación de medias de Tuckey ( $\alpha=0,05$ ) del número de macollos a los 120 días después del voleo, de los factores variedades y dosis de herbicida. ....	49
20.	Análisis de varianza del rendimiento de arroz (kg/ha). ....	51
21.	Comparación de medias de Tuckey ( $\alpha=0,05$ ) del rendimiento de arroz (kg/ha). ....	52
22.	Comparación de medias de Tuckey ( $\alpha=0,05$ ) del rendimiento de arroz, de los factores variedades y dosis de herbicida. ....	54
23.	Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio. ....	57
24.	Datos del % control de malezas en el cultivo de arroz a los 15 DDA. ....	64
25.	Datos del % control de malezas en el cultivo de arroz a los 30 DDA. ....	64
26.	Datos del % control de malezas en el cultivo de arroz a los 45 DDA. ....	65
27.	Datos del % control de malezas en el cultivo de arroz a los 60 DDA. ....	65
28.	Datos del % fitotoxicidad del arroz a los 7 después de aplicación. ....	66
29.	Datos del % fitotoxicidad del arroz a los 14 después de aplicación. ....	66
30.	Datos del % fitotoxicidad del arroz a los 21 después de aplicación. ....	67
31.	Datos del % fitotoxicidad del arroz a los 28 después de aplicación. ....	67
32.	Datos de altura (cm) de planta a los 7 días después de aplicación. ....	68
33.	Datos de altura (cm) de planta a los 35 días después de aplicación. ....	68
34.	Datos de altura (cm) de planta a los 63 días después de aplicación. ....	69
35.	Datos del número de macollos del cultivo de arroz. ....	69
36.	Datos del rendimiento (kg/ha) del cultivo de arroz. ....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1. Porcentaje de control de malezas a los 15, 30, 45 y 60 DDA.....	32
2. Control de malezas a los 15, 30, 45 y 60 días después de la aplicación: A. Variedades de arroz. B. Dosis de herbicida. ....	34
3. Porcentaje de fitotoxicidad del arroz a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación (DDA).....	38
4. Fitotoxicidad a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación: A. Variedades de arroz. B. Dosis de herbicida. ....	40
5. Altura arroz (cm) a los 7, 35 y 63 días después de la aplicación. ....	44
6. Altura del arroz a los 7, 35 y 63 días después de la aplicación: A. Variedades de arroz. B. Dosis de herbicida. ....	46
7. Número de macollos por metro cuadrado a los 120 días después del voleo.....	49
8. Número de macollos por metro cuadrado a los 120 días después del voleo: A. Variedades de arroz. B. Dosis de herbicida. ....	50
9. Rendimiento del arroz (kg/ha) de los tratamientos en estudio.....	53
10. Rendimiento del arroz (kg/ha): A. Variedades de arroz. B. Dosis de herbicida. ....	55
11. Croquis de la parcela experimental. ....	70
12. Croquis del campo experimental. ....	71
13. Productos utilizados en el experimento. ....	72
14. Supervisión y dosificación de tratamientos.....	72
15. Aplicación de herbicidas de acuerdo a los tratamientos.....	73
16. <i>Ischaemum rugosum</i> (Mazorquilla). b. <i>Echinochloa crus-pavonis</i> (Moco blanco)...	73
17. a. <i>Echinochloa crus-galli</i> (moco de pavo), b. <i>Echinochloa Colona</i> (flor morada), c. <i>Cynodon pastilo</i> (mashango), d. <i>Cyperus rotundus</i> (Coquito).....	74

## RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de tres dosis del herbicida profoxydim en el control de malezas en tres variedades de arroz bajo riego, en San José, San Martín. Los tratamientos estuvieron conformados por la combinación de dos factores, Factor A: Variedades de arroz (INIA 509-La Esperanza, HP10FL-El Valor e INIA 507-La Conquista). Factor B: Dosis del herbicida profoxidim (0, 60, 100, 150 g/ha) y 270 g/ha del herbicida cyhalofop-butyl. Se empleó un DCA con arreglo factorial (3A x 5B), con 15 tratamientos y 3 repeticiones. Las variables dependientes fueron: control de malezas (%), fitotoxicidad (%), altura de planta (cm), macollos (unidades/m<sup>2</sup>) y rendimiento de grano (kg/ha). Los promedios fueron comparados por la prueba de Tuckey ( $\alpha=0,05$ ) y el procesamiento de los datos se realizó con el software InfoStat. Los resultados mostraron que la aplicación del herbicida profoxidim a una dosis de 150 g/ha controló las malezas excelentemente hasta los 60 días después de la aplicación en las tres variedades de arroz: INIA 509 - La Esperanza, HP10FL - El Valor e INIA 507 - La Conquista. El herbicida profoxydim genera fitotoxicidad en las variedades: INIA 507 - La Conquista y HP10FL - El Valor, mientras que la variedad INIA 509-La Esperanza presenta tolerancia. Además, la dosis de 150 g/ha genera el mayor efecto fitotóxico en el cultivo hasta los 28 días después de la aplicación. El mayor rendimiento se obtuvo en la variedad INIA 509-La Esperanza (6593.8 kg/ha). Las dosis de 100 y 150 g/ha del herbicida profoxydim causan una disminución en el rendimiento del cultivo de arroz. El tratamiento T2 (INIA 509-La Esperanza / 60 g/ha profoxydim) obtuvo el mayor beneficio costo (1.86).

**Palabras clave:** Oriza sativa, malezas, herbicida, profoxidim.

## Abstract

The objective was to evaluate the effect of three doses of the herbicide profoxydim on weed control in three irrigated rice varieties in San José, San Martín. The treatments consisted of a combination of two factors, Factor A: Rice varieties (INIA 509-La Esperanza, HP10FL-El Valor and INIA 507-La Conquista). Factor B: Doses of the herbicide profoxydim (0, 60, 100, 150 g/ha) and 270 g/ha of the herbicide cyhalofop-butyl. A DCA with factorial arrangement (3A x 5B) was used, with 15 treatments and 3 replications. The dependent variables were: weed control (%), phytotoxicity (%), plant height (cm), tillers (units/m<sup>2</sup>) and grain yield (kg/ha). Averages were compared by Tuckey's test ( $\alpha=0.05$ ) and data processing was performed with InfoStat software. The results showed that the application of the herbicide profoxydim at a dose of 150 g/ha controlled weeds excellently until 60 days after application in the three rice varieties: INIA 509 - La Esperanza, HP10FL - El Valor and INIA 507 - La Conquista. The herbicide profoxydim generates phytotoxicity in the varieties: INIA 507 - La Conquista and HP10FL - El Valor, while the variety INIA 509-La Esperanza shows tolerance. In addition, the dose of 150 g/ha generated the greatest phytotoxic effect on the crop up to 28 days after application. The highest yield was obtained in the INIA 509-La Esperanza variety (6593.8 kg/ha). Doses of 100 and 150 g/ha of the herbicide profoxydim caused a decrease in rice crop yield. Treatment T2 (INIA 509-La Esperanza / 60 g/ha profoxydim) obtained the highest cost benefit (1.86).

Key words: *Oriza sativa*, weeds, herbicide, profoxydim.

## I. INTRODUCCIÓN

El arroz es uno de los cultivos que ocupa mayores áreas de siembra, agrupando un número superior de productores, aporta significativamente al valor bruto de la producción agrícola. Además, representa el 6% de PBI agropecuario con una participación por encima del resto de cultivos (Ministerio de desarrollo agrario y riego [MINAGRI], 2020).

Existen muchos factores que intervienen en una baja productividad del arroz bajo riego, uno de ellos son las malezas, debido a la enorme competencia con el cultivo. En zonas como Bellavista, con poca disposición de lluvias y altas temperaturas, el entorno es ideal para el desarrollo de las malezas. Asimismo, el aumento de la mano de obra en la producción, y a la vez el limitado personal disponible para el cumplimiento de las labores agrícolas, dificultan aún más el proceso productivo del cultivo de arroz (Rodríguez, 2000).

Los herbicidas selectivos son aquellos que se utilizan para la eliminación de un tipo de malezas, preservando el cultivo principal. Uno de los productos con estas características, es el herbicida profoxydim, que pertenece a la familia de las ciclohexanodionas (inhibidores de la acetil-coenzima carboxilasa ) para el control de malas hierbas en el cultivo del arroz, es efectivo en el control de *Echinochloa crus-galli*, *E. colona* y pasto blanco (*Digitaria sanguinalis*), brachiaria (*Brachiaria platyphylla*), gramilla blanca (*Paspalum distichum*), y otros más (BASF, 2017; FAO, 2021).

Por tanto, teniendo en cuenta la problemática de las malezas, con el presente trabajo de investigación se pretende obtener información sobre el efecto control del herbicida profoxydim con tres dosis en tres variedades de arroz, con el objeto de tener una base para futuros trabajos y orientar al agricultor en la elección de dosis de acuerdo a la variedad. Para esto nos planteamos la siguiente hipótesis: que por lo menos una dosis de profoxydim ejerce un mejor control de malezas en una variedad de arroz bajo riego.

### **Objetivo general**

Evaluar el efecto de tres dosis del herbicida profoxydim en el control de malezas en tres variedades de arroz bajo riego en San José, Bellavista

### **Objetivos específicos:**

1. Determinar la dosis óptima del herbicida profoxydim en el control de malezas en tres variedades de arroz.

2. Determinar la fitotoxicidad generada por el herbicida profoxydim en tres variedades de arroz.
3. Determinar el rendimiento de tres variedades de arroz debido a un control de malezas con el herbicida profoxydim.
4. Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

## **II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Importancia del cultivo de arroz**

El arroz constituye la base de alimentación para más de la mitad de los habitantes del mundo y uno de los más importantes en superficie cultivada, ocupando el segundo lugar en superficie cosechada después del trigo, además, nutricionalmente es el cereal que más fuente de energía calórica proporciona a nivel de hectárea (Muñoz, 2009).

Asimismo, el Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuario (INIAP, 2007) indica que el 95% de la producción de arroz son consumidos en el lugar de procedencia. Las exportaciones del cereal representan un porcentaje realmente bajo del consumo aparente mundial. América Latina produce 20 millones de toneladas, lo que representa el 4% del total de la producción mundial. Además, se manejan principalmente como monocultivo.

En la actualidad existen 100,000 productores de arroz en el territorio nacional, lo que se traduce en una oferta sumamente pequeña con limitados productores de gran escala. Asimismo, el cultivo requiere un buen número de mano de obra, llegando a ser una de las principales actividades económicas en algunas localidades, en el departamento de San Martín el 70 % de la PEA, se ocupa en el cultivo de arroz (MINAGRI, 2021).

### **2.2. Requerimientos edafoclimáticos**

#### **2.2.1. Clima**

El arroz se cultiva en diversas condiciones ambientales y es un cultivo especialmente para las zonas climas húmedos tropicales o para climas con temperaturas altas. La temperatura afecta el crecimiento y desarrollo de la planta. No todas las fases de desarrollo responden a los mismos rangos de temperatura. Las temperaturas límites son menores a 20 °C y mayores a 30 °C, y presentan variaciones de acuerdo con el estado de desarrollo de la planta. El arroz, se puede cultivar desde inicios del nivel del mar hasta los 2,500 metros de altitud (Álvarez, 2018).

#### **2.2.2. Temperatura**

En la etapa de germinación se requiere un mínimo de 10°C, y el óptimo oscila entre 30 y 35 °C. Por lo encima de los 40°C no ocurre la germinación. El crecimiento del tallo, hojas y raíces requiere un mínimo de 7°C, mientras que su óptimo es 23 °C. Con temperaturas superiores a esta, las plantas crecen más rápidamente, pero los tejidos son más frágiles, siendo más susceptibles al ataque de plagas y enfermedades. El espigado está



influenciado por la temperatura y por la reducción de la duración de los días. La panícula comienza a formarse unos treinta días antes del espigado y siete días después de comenzar su desarrollo alcanza unos 2 mm. A partir de 15 días antes del espigado se desarrolla la espiga rápidamente y en esta etapa es más sensible a ambientes adversos. La floración se desarrolla juntamente con el espigado, las flores abren sus glumillas aproximadamente de 1-2 horas si el tiempo es soleado y con temperaturas altas. Un tiempo lluvioso y con temperaturas bajas es perjudicial. La temperatura ideal para una floración normal se encuentra en 30 °C (Morán, 2012).

### **2.2.3. Suelo**

El suelo en el cual puede desarrollarse presenta una gama de variaciones, desde la textura arenosa hasta arcillosa. Es común cultivar en suelos de textura fina y media, propia del proceso de sedimentación en amplias llanuras inundadas y de los ríos. Los suelos de textura fina obstaculizan las labores, pero tienen un mayor contenido de nutrientes y son fértiles, por presentar arcilla y materia orgánica. La mayor cantidad de los suelos tienden a variar su pH hacia la neutralidad después de la saturación con agua (inundación) lo mismo ocurre con suelos alcalinos. Es por ello, que el pH óptimo es de 6.6, ya que con este con este valor la liberación microbiana de nitrógeno y fosforo de la materia orgánica son mayores (Álvarez, 2018).

## **2.3. Manejo del cultivo de arroz**

### **2.3.1. Preparación del terreno**

El suelo abastece de macro y micronutrientes durante el ciclo de vida del cultivo. Además, es el lugar donde se desarrollan algunos factores adversos, como malezas, plagas y enfermedades. Por tanto, la preparación de tierras consiste en eliminar las malas hierbas existentes, añadir la materia orgánica y disminuir la dimensión de los terrones; con la finalidad que la semilla se distribuya en un medio adecuado para para su correcto desarrollo (Lainez, 2003).

### **2.3.2. Nivelación del terreno**

Es imprescindible nivelar el terreno para que exista una distribución uniforme de las semillas, logrando una profundidad propicia de siembra y tapado. Esta actividad se puede ejecutar con un riel, instalada al final de la maquina al instante de llevar a cabo la última pasada de rastra. También se usan palas mecánicas encajadas al tractor, de mismo modo, se utilizan moto-niveladoras. Inicialmente estas técnicas de nivelación se

aplicaron de los lotes destinados para la siembra bajo riego, conllevaron un incremento en los costos, pero se justifica con las ventajas que se logran (Guzmán, 2006).

### **2.3.3. Fangueo**

En condiciones húmedas es complicado afinar el terreno con el empleo de las rastras, es necesario recurrir a otras herramientas, como el rollo y las ruedas fanguadoras. Para esta actividad a los tractores se les cambia la llanta tradicional por una rueda fanguadora, además de un rollo pequeño que traslapa tras el tractor. Luego de que se termina la labor queda, el terreno queda como un charco o fango (Guzmán, 2006).

### **2.3.4. Almacigo**

En el almacigo debe estar instalado en terrenos fértiles, cercano a una fuente de agua y de fácil drenaje. Las pozas deben tener 30 m de longitud y 6 metros de ancho. Se debe usar semillas certificadas con más de 95 % de germinación, la densidad es de 160 semillas/m<sup>2</sup> (Fernández, 2008).

### **2.3.5. Siembra**

#### **Siembra directa o voleo**

Puede ejecutarse en terreno seco o húmedo, pero con las semillas previamente pre germinada). A esta actividad se le conoce como voleo, muestra una ventaja por presentar un menor costo de mano de obra, ya que no se realiza el trasplante (Fernández, 2008).

#### **Siembra indirecta o trasplante**

Asimismo, Fernández (2008) indica que cuando las plántulas del almacigo tengan entre 20 y 30 días, se sacan precavidamente, sin lastimar las raíces y se lleva a campo definitivo. Estas plántulas se entierran a 2 o 3 cm, con un distanciamiento de 15 y 25 cm (Fernández, 2008).

### **2.3.6. Manejo del agua**

Es muy difícil establecer la profundidad óptima del agua, en gran parte depende del control que se tenga del agua y del estado de nivelación del campo. Un eficiente manejo del agua es clave para la obtención de rendimientos más altos, pero con un menor uso hídrico. El rendimiento resulta muy afectado si no existe una buena provisión de agua, en especial en la época de espigamiento. Por el contrario, un largo periodo de inundación

profunda afecta al desarrollo de la planta, ya que reduce el macollamiento y el número de panículas; por lo tanto, baja el rendimiento. Donde se espera que el cultivo vaya a quedar expuesto a aguas profundas, las plántulas se deben colocar más juntas y aumentar su densidad (Guzmán, 2006).

### **2.3.7. Fertilización en campo definitivo**

El Instituto Nacional de Tecnología Agraria (2009) afirma que la fertilización en arroz es de dos tipos:

#### **Fertilización básica**

Para satisfacer las necesidades de fósforo del arroz, se hace aplicando fórmulas completas, que indiquen un alto contenido en fósforo, como las 18-45-0. La aplicación de los fertilizantes se puede hacer después de la siembra en seco, la otra opción es realizarla 15 días después de la germinación. La dosis que se recomienda depende del grado de tecnificación y del sistema de cultivo, aunque generalmente se utilizan 1 a 2 q/ha.

#### **Fertilización posterior**

En la etapa de producción de arroz, las plantas deben estar suplidas con la cantidad correcta de nitrógeno para presentar un buen desarrollo, de tallos y hojas, el cual darán un mejor aprovechamiento de los demás nutrientes, el exceso o escasez del nitrógeno tiene efectos importantes sobre la productividad del cultivo.

### **2.3.8. Cosecha y postcosecha**

El Instituto Nacional de Tecnología Agraria (2012), indica que se consideran los aspectos:

#### **Determinación de la madurez**

Para conocer el período óptimo de cosecha se toma la espiga con la mano, se ejerce presión y cuando se desprende el 50 % de los granos ésta es su momento.

#### **Cosecha**

Para determinar la fecha de cosecha, principalmente se debe conocer el ciclo vegetativo de la variedad que se sembró. Se realiza de manera manual con una hoz o cosechadoras mecánicas, con el cual se puede cosechar grandes áreas de terreno en poco tiempo.

## **Secado**

Los granos de arroz son secados en carpas, en patios de cemento o en secadoras, hasta disminuir la humedad al 13 %, teniendo en cuenta el remover para lograr un secado uniforme.

### **2.4. Etapas de crecimiento y desarrollo fisiológico del cultivo de arroz**

González y Zamorano (2009), indican que el cultivo del arroz presenta 10 etapas de desarrollo y cada una con características diferenciales:

#### **Etapa 0: Germinación a emergencia**

En esta etapa ocurre el proceso de germinación, inicia con el intercambio gaseoso y absorción de agua. Luego de la pregerminación de la semilla, la radícula y plúmula sobresalen a través de la cáscara (palea y lema). A los 3 días después de la siembra, la primera hoja sale a través del coleóptilo. En el final de esta etapa, se observa la hoja primaria todavía rizada y una radícula larga.

#### **Etapa 1: Plántula**

Se inicia desde la emergencia hasta antes de la aparición de la quinta hoja, es decir, del primer macollo, lo cual ocurre entre 14 a 20 días. En esta época la plántula presenta un tallo y cinco hojas. Hasta la aparición de la hoja número 3, la planta se alimenta de las reservas del endospermo, mientras que la radícula y raíces seminales desaparecen y se forman raíces secundarias adventicias que serán permanentes.

#### **Etapa 2: Macollamiento**

Tiene una duración de 25 a 55 días, se inicia con la emergencia del primer macollo hasta cuando la planta alcanza la mayor cantidad, los macollos nacen de las yemas auxiliares que se encuentran en los nudos. En esta etapa es difícil distinguir del tallo principal, el crecimiento es muy activo. La acumulación de almidón en las vainas de las hojas, ocurre hasta el agrandamiento de los entrenudos.

#### **Etapa 3: Elongación del tallo**

Empieza cuando el cuarto entrenudo del tallo principal comienza a hacerse notable en longitud, hasta cuando está totalmente elongado; en esta etapa la planta de arroz continúa generando macollos. En variedades que poseen un ciclo corto, las etapas de mayor

macollamiento, crecimiento del tallo e iniciación de la panícula ocurren de forma simultáneamente; siendo menor la elongación del tallo en variedades de desarrollo corto.

#### **Etapa 4: Iniciación de panícula**

La diferenciación del meristemo en el punto de crecimiento del tallo, permite el inicio del primordio floral, este momento marca el término de la fase vegetativa y el inicio de la fase reproductiva de la planta de arroz. El primordio floral es visible a simple vista en un período de 10 días después de su iniciación.

#### **Etapa 5: Desarrollo a emergencia de la panícula**

Generalmente se da a los 12 a 16 días después de la diferenciación. En esta época el cultivo presenta una alta sensibilidad a bajas temperaturas. Durante el embuchamiento, es notable el envejecimiento y muerte de las hojas basales. La salida parcial o total de la panícula, a través de la vaina de la hoja, marca la finalización de esta etapa.

#### **Etapa 6: Floración**

Con esta etapa se finaliza la fase reproductiva y empieza la fase de maduración. La floración inicia con la apertura de las espiguillas, luego continúa la salida de las anteras (anthesis), apertura de las anteras (dehiscencia), caída del polen que al caer en el estigma y alcanzar el ovario, ocurre la fertilización. Aproximadamente tiene una duración de 3 a 5 días luego de la salida de la panícula. Generalmente la floración se lleva a cabo durante las primeras horas del día.

#### **Etapa 7: Grano lechoso**

El grano comienza a llenarse con un líquido blanquecino y de aspecto lechoso, lo cual se puede observar al ejercer una presión con los dedos. Tiene una duración de 10 días aproximadamente, en ese instante la panícula presenta una coloración verdosa y empieza a curvarse; las hojas basales continúan secándose, la hoja bandera y las dos inmediatamente inferiores son de color verde.

#### **Etapa 8: Grano pastoso**

Esta etapa se desarrolla en de 10 días, la porción lechosa del grano se transforma primero en una masa suave y al cabo de unos días se torna más dura. Se presenta cambios en la panícula, el color verde se convierte en amarillo. las plantas empiezan a presentar un

amarillamiento general, debido a la senescencia de tallos y hojas inferiores. En esta etapa, las dos últimas hojas empiezan a secarse en sus ápices.

### **Etapa 9: Grano duro o madurez dura**

Con esta etapa finaliza el ciclo de vida del cultivo de arroz, la madurez se alcanza entre 35 a 45 días después de la polinización. La panícula madura de arriba hacia abajo, contiene granos duros, pastosos y lechosos. Aquí se evidencia que cada grano ha llegado a la madurez, porque cada uno de ellos denota un color amarillo, completamente desarrollado y dureza del grano. El contenido de agua es menor al 20%. Además, las hojas superiores se marchitan de manera rápida, sin embargo, en algunas variedades permanecen verdes.

## **2.5. Descripción de las variedades de arroz**

### **2.5.1. INIA 509 - La Esperanza**

El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA, 2010) refiere que el origen está dado por el triple cruzamiento (CT7948-AM-14-3-1/CT9038-5-5C-8C-3C-1C-M//Selva Alta). En la Estación Experimental Agraria “El Porvenir”, durante el periodo 2001-2003, fueron elegidas la descendencia F4, F5 y F6; luego fueron evaluadas en diferentes zonas hasta el año 2009, quedando establecida como “Arroz INIA 509 – La Esperanza”. Presenta una mayor resistencia a *Pyricularia grisea* y al ataque de plagas. Se puede sembrar en cualquier época del año. Posee las siguientes características cuantitativas:

Periodo vegetativo	: 135 días
Altura de planta	: 100 cm
Rendimiento potencial	: 11.5 t/ha
Peso de 100 granos	: 27 g
Largo de grano sin cáscara	: 7 mm
Ancho de grano sin cáscara	: 2 mm
Translucencia de grano	: 95%
Rendimiento total de pila	: 72%
Grano entero	: 62 %
Grano quebrado	: 10 %
T° gelatinización	: intermedia
Amilosa	: 24 %
Periodo de dormancia	: 10 días
Cocción	: 1 taza de arroz x 1.25 tazas de agua

### 2.5.2. HP102FL - El Valor

Hacienda el Potrero (2017), refiere que fue obtenido de un cruce simple (FL08336-17P-2-3P-7P/FL08242-2P-5-4P-4P), seguido de avance de generaciones y de desarrollo de líneas segregantes por selección genealógica individual, que dio lugar a la línea F6:7 FL10455-2P-5-1P-3P-M que fue incluida dentro de un grupo de 264 líneas en un vivero de observación, fue evaluado en tres localidades: Sime, Santa Cruz y Jaén, donde destacó su buen desempeño junto a otras líneas. Luego se le incluyó en varios ensayos para evaluar su reacción a enfermedades, rendimiento de grano, calidad molinera y adaptabilidad. Tres generaciones más tarde y tras un proceso de selección de plantas se obtuvo finalmente la línea homogénea FL10455-2P-5-1P-3P-M-HP26, la cual ha sido denominada HP102FL - El Valor.

Periodo vegetativo	: 128 días
Altura de planta	:110 cm
Rendimiento potencial	: 12.5 t/ha
Peso de 100 granos	: 28 g
Largo de grano sin cáscara	: 10.3 mm
Ancho de grano sin cáscara	: 2.68 mm
Longitud de a panícula	: 27.8 cm
Número de granos por panícula	: 157 (133-176)
Rendimiento total de pila	: 71.8
Grano entero	: 67.14 %
Grano quebrado	: 4.64 %
T° gelatinización	: baja
Amilosa	: 27.3 %

### 2.5.3. INIA 507 - La conquista

INIA (2008), refiere lo siguiente, la variedad pertenece a la línea PNA2394-F2-EP4-6-6-AM-VC1 conseguido en EEA El Porvenir, con la metodología de selección genealógica individual. Se puede sembrar en cualquiera de los meses del año. Presenta resistencia a Pyricularia y al virus de la hoja blanca. Posee las siguientes características cuantitativas:

Periodo vegetativo	: 130 días
Altura de planta	:100 cm

Rendimiento potencial	: 9.6 t/ha
Peso de 100 granos	: 28 g
Largo de grano sin cáscara	: 7.3 mm
Ancho de grano sin cáscara	: 2 mm
Translucencia de grano	: 95%
Rendimiento total de pila	: 74%
Grano entero	: 64 %
Grano quebrado	: 10 %
T° gelatinización	: intermedia
Periodo de dormancia	: 45 días

## 2.6. Malezas presentes en los arrozales

En el desarrollo fenológico de cualquier cultivo, las malezas forman parte de un elemento agronómico muy notable, debido a que conllevan a una merma económica significativa. Las malas hierbas son la consecuencia de una distinción interespecífica, lo cual fue provocado por el ser humano cuando empezó a cultivar, esto llevó a una alteración del suelo y hábitat (FAO, 2006; Salazar 2019).

Peñaherrera (2007), indica que hasta los 40 días después de la siembra, el cultivo de arroz pasa por una época sensible, en donde no deben interferir las malezas, porque pueden ocasionar una pérdida de 45 a 75 % de la productividad, en sistemas de siembra en seco o bajo riego. Entre las especies que destacan son *Cyperus rotundus* (coquito), *Cyperus iria* (cortadera), *Leersia hexandra* (cegua), *Sesbania exaltata* (tamarindillo), también se presentan especies hidrófilas como *Heteranthera reniformis* (oreja de ratón) y *Limnocharis flava* (buchón). Además, el género más es *Echinochloa* (liendre de puerco, barba de indio), *Leptochloa* (paja de mona, plumilla) y las especies *Oryza sativa* (arroz rojo), *Eclipta alba* (botoncillo), *Ludwigia* spp., (clavo de agua) y *Fimbristylis miliacea* (arrocillo).

FAO (2006), refiere que los daños ocasionados por las malezas se expresan por varios medios en el cultivo, algunas de las causas se citan a continuación:

5. Alta competencia con la planta de aprovechamiento (cultivo principal) por los macro y microelemento, agua y luz.
6. Disipación de toxinas, algunas malezas liberan por sus raíces sustancias que resultan ser dañinos para el cultivo.



7. Creación de un hábitat con condiciones propicias para la reproducción insectos plagas.
8. Dificulta la actividad de cosecha y contamina la producción alcanzada.

Asimismo, Peñaherrera (2007), sostiene que las malezas es una de las causas principales que dificultan el desarrollo normal del cultivo de arroz, para su control se ejerce una inversión del 28 % del costo total de producción aproximadamente, para reducir este efecto negativo, los productores acuden al empleo de herbicidas, como una adecuada herramienta para el manejo de ellas; pueden ser aplicados en pre y postemergencia,

## **2.7. Control de malezas**

### **2.7.1. Control cultural**

Es empleo de actividades agronómicas con la finalidad de establecer un ambiente poco propicio para las malezas, pero al mismo favorecer al cultivo, es decir, cualquier práctica de manejo que acreciente la suficiencia del cultivo de arroz para competir con las malas hierbas. Entre los principales practicas se encuentran: uso de semillas certificadas del cultivo, buena preparación de las parcelas o pozas de agua, buena conducción del agua, optima fertilización y rotación de cultivos (Rodríguez, 2000;

### **2.7.2. Control mecánico o manual**

El control manual se realiza empleando herramientas accionadas por el hombre, tal como el machete y la hoz, sin embargo, no es muy recomendable para las condiciones del cultivo de arroz. Por otra parte, se le puede considerar como control mecanico a la actividad de inundar el las parcelas previo a la siembra o transplante, ya que facilita el desarrollo de las malezas y luego seran suprimidos con la preparación del terreno (Rodríguez, 2000).

### **2.7.3. Control químico**

Para el control de malezas en el cultivo de arroz, es necesario el empleo del control químico, por lo cual es primordial tener en cuenta ciertas características de los herbicidas, como la selectividad, época de tratamiento y duración del ingrediente activo en el suelo (Páez y Almeida 1994; Ordeñana, 1994).

Los herbicidas más usados en el control de malezas en el cultivo de arroz sembrado por trasplante son: pyrazosulfuron-etil, butachlor, 2, 4-D, MCPA, propanil, thiobencarb, quinclorac y fenoxaprop-etil. Mientras que en plantaciones de siembra directa se

evidenció un mejor control con propanil, thiobencarb, butachlor, oxadiazon y pendimetalin. Por otra parte, en plantaciones bajo secano, los herbicidas preemergentes con mayor efectividad son: butachlor, pendimetalin, thiobencarb, oxadiazon y los post-emergentes, fenoxaprop-etil y propanil. Además, según investigaciones en varios países, los herbicidas inhibidores de aceto-lactato-sintetasa ALS-AHAS (representados por: sulfonilureas, pirimidil benzoatos, triazol) y acetyl coenzima carboxilasa (ACCase cicloherxanonas) muestran riesgo de emergencia de especies resistentes cuando se aplican reiteradas veces (INIAP 2007; FAO 2021).

Páez (1991), documenta que se presentan mayor incidencia de malezas en plantaciones sembrados bajo riego complementario, a diferencia del riego integral, indicando que la aspersion del herbicida en el momento oportuno tiene implicancia para obtener mejores resultados. Mientras que en tratamientos tardíos se requerirá dosis más concentradas, lo cual representa un riesgo de daño a las plantas de arroz.

## **2.8. Selectividad de los herbicidas**

Un herbicida es selectivo solamente para una cosecha dada, con algunas limitaciones. Estos condicionamientos ocurren por la intrincada interacción entre el cultivo principal, el herbicida y el medio ambiente. Además, existen algunos factores predeterminantes, con capacidad de alterar la respuesta del cultivo (también incluye de la maleza) a un activo químico, entre ellas se encuentran: edad, rango de crecimiento, fisiología, morfología, desarrollos biofísicos, sucesiones bioquímicas bioquímicos y heredabilidad genética. Cuando se realiza la aplicación de algún herbicida, ciertas plantas mueren o detienen su crecimiento, sin embargo, otras plantas muestran una tolerancia eficaz. Es por esto, que cuando se utiliza un herbicida selectivo se retrasa el desarrollo o se elimina la maleza, mientras que el cultivo es tolerante a la aplicación del producto (Klingman, 1986).

## **2.9. Herbicidas utilizados en el experimento**

### **2.9.1. Tetris**

Basf (2020), indica que es un producto que debe ser aplicado en postemergencia para el control de las malezas en el cultivo de arroz, el ingrediente activo es absorbido por las hojas de las plantas, y se trasloca a través del floema hacia los meristemas apicales. Los primeros síntomas de fitotoxicidad en las malas hierbas ocurren con la detención del crecimiento y color púrpura de las hojas. A los 10 y 20 días aproximadamente después de

la aplicación, ocurre la senescencia general de las plantas. El herbicida presenta las siguientes características.

Ingrediente activo	: Profoxydim
Grupo químico	: Cyclohexanedione
Concentración	: 200 g/L EC (Concentrado emulsionable)
Modo de acción	: Sistémico
Código HRAC	: Grupo A
Fabricante	: BASF SE.
Toxicidad	: Ligeramente Peligroso. Banda de color azul
Antídoto	: No hay antídoto específico.

El ingrediente activo, inhibe el acetil CoA carboxilasa (ACCase) en los cloroplastos e interfiere la biosíntesis de los lípidos en las gramíneas sensibles. A los 3-7 días después de la aplicación, se evidencia los síntomas iniciales, con una decoloración amarilla o enrojecimiento de las hojas iniciales. Un síntoma muy común se da cuando la hoja más joven puede desprenderse fácilmente de su vaina, señalando que su tejido meristémico está debilitado. En medios favorables, como época cálida y húmedo, las malezas son eliminadas a la segunda o tercera semana. Su selectividad en el arroz se debe a que se metaboliza rápidamente a metabolitos no fitotóxicos. El promedio de vida en el suelo oscila entre 6 horas a 13 días, mientras que el promedio de existencia en el agua, consta de dos factores, en un medio aerobio varía entre 15 y 17 días; y en un medio anaerobio es de 52 días (Terralia, 2020).

### **Campo de actividad**

Asimismo, Terralia (2020), indica que el profoxydim es muy eficiente en el control de gramíneas, algunos de ellos son : *Cenchrus echinatus* (cadillo), *Digitaria sanguinalis* (pata de gallina), *Echinochloa crus-galli* (moco de pavo), *Echinochloa sp.*, *Eleusine indica* (pata de gallo), *Leptochloa fascicularis* (cola de buey), *Rottboellia cochinchinensis* (caminadora), *Setaria sp.* (cola de zorra), etc.

### **Modo de uso**

La dosis de aplicación de Tetrís oscila de 0,5 a 0,75 L/ha, ya depende de los siguientes factores: etapa de desarrollo del cultivo, tipos de malezas, su estado de

fenología y de la ubicación de la zona donde se cultiva. Se indica el uso de una dosis baja para arrozces que poseen granos de redondos y dosis mayores para arrozces que poseen granos largos. En volúmenes de 200 a 300 L/ha, es recomendable emplear a una dosis de 0,75 L/ha, y de manera general se recomienda no exceder la concentración del 0,5% (BASF, 2020).

### **Modo de acción**

Se recomienda vaciar el agua de la parcela 2 días antes de la aplicación, hasta un nivel de 2 cm de altura, de tal manera que las 2/3 partes de las malezas queden descubiertas a la acción de la atomización. La eficacia se será limitada si el nivel del agua es mayor. Después de 2 días de la aplicación, es recomendable llenar la parcela con agua según el requerimiento del cultivo. Es absorbe inmediatamente a través de las hojas, aunque también penetra por las raíces, y es traslocado a los puntos de crecimiento, ocasionando un rápido deterioro de los tejidos de raíz y tallo (BASF, 2017).

### **2.9.2. Nadal**

Drokasa (2020), indica que es un herbicida selectivo de acción sistémica, de aplicación post emergente temprano, recomendado para el control de malezas gramíneas perennes y anuales en el cultivo de arroz. Presenta una rápida absorción a través de las estomas de las hojas y es traslocado hacia los tejidos meristemáticos de las plantas (cogollos). Inhibe la acción del acetil CoA carboxilasa (ACCasa), enzima fundamental de la biosíntesis de ácidos grasos. Asimismo, presenta las siguientes propiedades:

Concentración	: Cyhalofop-butyl 180 g/L
Formulación	: Concentrado emulsionable - EC
Apariencia	: Líquido amarillo claro
Olor	: Aromático suave
Estabilidad	: Dos años.
Corrosividad	: No corrosivo
Inflamabilidad	: No inflamable

### **2.10. Antecedentes**

Sandín et al. (2017), en su artículo “Comportamiento químico del herbicida profoxidim y su efecto en *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv”. Cuyo objetivo fue evaluar el comportamiento del herbicida y determinar la curva dosis-respuesta simulando condiciones de

campo. Por ello, pusieron disoluciones del activo en estudio en placas Petri a una concentración de 17 mg/L (lo que equivale a una dosis de 1 L/ha) y se colocaron en cámara de crecimiento con unas condiciones ideales; y luego se tomaron alícuotas para ser analizadas mediante cromatografía líquida con detector de diodo-array. Por otra parte, se elaboraron 8 diluciones (0, 0.005, 0.01, 0.02, 0.05, 0.1, 0.5, 1 mg/L) y en cada placa se introdujeron 50 semillas de la maleza, y al cabo de 8 días se evaluaron el tamaño de radícula y el coleóptilo. Al final del experimento, determinaron que la vida media del activo profoxidim fue de 0.9 días; así como también, que el efecto significativamente superior fue a partir de 0.01 mg/L en la elongación de radicular (la EC50 obtenida fue de 0,017 y 0,019 mg/L) y que el crecimiento del coleóptilo, fue de 0.3 mg/L del ingrediente del herbicida (con un valor de EC50 de 0,32 y 0,42 mg/L).

Marchesi y Lavecchia (2011), en su investigación “Evaluación del efecto del herbicida profoxidim sobre el cultivar INIA Olimar”, desarrollado en Uruguay, se plantearon como objetivo determinar el comportamiento productivo del cultivo con el uso del profoxidim para el control de malezas. Para ello, utilizaron un diseño de bloques completamente al azar con 5 tratamientos y 3 repeticiones, las semillas de arroz fueron sembradas en parcelas de 9 m<sup>2</sup>. Los tratamientos estuvieron conformados por diferentes dosis: testigo, profoxidim 0.46 L/ha, profoxidim 0.6 L/ha, profoxidim 1.1 L/ha y la mezcla propanil + quinclorac + clomazone (4.2 + 1.6 + 0.8 L/ha). Los resultados evidenciaron que la parcela donde se aplicó el herbicida profoxidim a razón de 1.1 L/ha, mostró ser estadísticamente superior en rendimiento a los demás, seguidamente se encuentra el tratamiento profoxidim 0.6 L/ha. Por tanto, un buen control de malezas permite obtener mayor productividad en el cultivo de arroz.

Morera (2017), en su tesis “Alternativas en el combate químico de *Ischaemum rugosum* resistente a bispiribac sodio”, Se evaluaron 8 herbicidas selectivos para el cultivo de arroz, a dosis comerciales, los tratamientos se distribuyeron en un diseño completamente al azar con 4 repeticiones. Los herbicidas fueron aplicados directamente a las plantas de *Ischaemum rugosum* cuando estas presentaban de 2 a 3 hojas. De los resultados obtenidos, se evidenció que uno de los herbicidas con mayor efectividad en el control de maleza fue el herbicida profoxidim, el cual fue aplicado a una dosis de 100 g ia/ha (es decir 0.5 L/ha del herbicida comercial).

Pardo et al. (2015), en su artículo “Alternativas al penoxsulam para control de *Echinochloa* spp. y ciperáceas en cultivo de arroz” desarrollado en el nordeste de España, tuvieron como objetivo principal buscar programas de control de malezas alternativos al

herbicida penoxsulam. El experimento constó de 8 tratamientos, evaluados durante 3 años y en diferentes localidades. Uno de los mejores programas considerado como alternativo, resultó la aplicación del herbicida profoxidim (100 g de ingrediente activo por una hectárea) cuando el arroz presente de 1 a 3 hojas.

Lavecchia y Marchesi (2009), en su investigación titulada “Evaluación de herbicidas para el control de *Echinochloa* spp. en las zonas centro y norte”, desarrollado en Uruguay. Evaluaron 14 tratamientos, los cuales estaban conformados por distintos herbicidas y algunas mezclas (preemergentes y postemergentes), bajo un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones, en parcelas de 28.8 m<sup>2</sup>. Donde el herbicida profoxidim (a una dosis comercial de 1 L/ha), fue uno de los tratamientos, ya que ejerció un efecto control con un valor de 4.5, en una escala de 1 a 5 (lo que sería equivalente a 90 % efecto control).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación, se llevó a cabo en el caserío de San José, distrito de San Rafael, provincia de Bellavista, región San Martín. La ubicación UTM es:

Este : 337077,7 m.  
Norte : 9222647,3 m.  
Altitud : 247 m.s.n.m.

#### 3.1.1. Historial del campo experimental

Desde el año 2000 hasta el año 2020 se cultivaba arroz bajo riego de forma mecanizada.

#### 3.1.2. Condiciones climáticas del campo experimental

En la Tabla 1, se observa el registro de datos meteorológicos durante el periodo de ejecución del trabajo experimental, desde el mes de setiembre del 2020 hasta enero del 2021.

**Tabla 1.** Datos meteorológicos durante la ejecución del experimento del año 2020.

Meses	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)	Humedad relativa (%)	Horas de sol (horas)
Setiembre	27,10	73,80	83,00	137,20
Octubre	27,00	114,00	85,00	110,90
Noviembre	27,40	141,80	85,00	129,90
Diciembre	27,60	77,60	82,00	131,20
Enero	28,00	75,80	79,00	142,70
Total	137,10	483,00	414,00	651,90
Promedio	27,42	96,60	82,80	130,38

Fuente: SENAMHI (2021)

#### 3.1.3. Características físico-químico del suelo

El suelo presenta una reacción ligeramente alcalino, con un bajo contenido de materia organica, bajo en nitrogeno, bajo en fosforo y medio en potasio (Tabla 2).

**Tabla 2.** Características físico-químico del suelo experimental.

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Método</b>
<b>Físico</b>		
Arena (%)	11	Hidrómetro
Limo (%)	43	Hidrómetro
Arcilla (%)	46	Hidrómetro
Clase textural	Arcillo limoso	Triangulo textural
<b>Químico</b>		
pH (1:1)	7,55	Potenciómetro
M.O. (%)	1,86	Walkey y Black
N (%)	0,09	Micro-Kjeldahl
P (ppm)	6,24	Olsen modificado
K (ppm)	157,73	Acetato de amonio
Ca (Cmol(+)/kg)	13,25	Absorción atómica
Mg <sup>+2</sup> (Cmol(+)/kg)	2,05	Absorción atómica
K <sup>+</sup> (Cmol(+)/kg)	0,42	Absorción atómica
Na <sup>+</sup> (Cmol(+)/kg)	0,23	Absorción atómica
Al <sup>+3</sup> (Cmol(+)/kg)	--	Yuan
H (Cmol(+)/kg)	--	Yuan
CIC (Cmol(+)/kg)	15,96	

Fuente: Universidad Nacional Agraria de la Selva.

### 3.2. Diseño estadístico

#### 3.2.1. Componentes en estudio

##### **Factor A: Variedades de arroz**

a<sub>1</sub>: INIA 509 - La Esperanzaa<sub>2</sub>: HP10FL - El Valora<sub>3</sub>: INIA 507 - La Conquista

##### **Factor B: Dosis del herbicida profoxidim**

b<sub>1</sub>: 0b<sub>2</sub>: 60 g/hab<sub>3</sub>: 100 g/hab<sub>4</sub>: 150 g/hab<sub>5</sub>: 270 g/ha\*

\*Cyhalofop-butyl



### 3.2.2. Tratamientos en estudio

Los tratamientos T1, T6 y T11 corresponden a los testigos absolutos a los cuales no se aplicó ninguna dosis. Los tratamientos T5, T10 y T15 conforman los testigos comerciales, donde se aplicó el herbicida cyhalofop-butyl, para ello se empleó el producto químico “Nadal”. Los demás tratamientos estuvieron conformados por dosis del herbicida profoxydim, para lo cual se empleó el producto químico “Tetris” (Tabla 3).

**Tabla 3.** Descripción de los tratamientos en estudio

Clave	Variedad	Herbicida (Producto comercial)	Dosis	
			g/ha	ml/ha
T1	INIA 509 - La Esperanza	Testigo 1	--	--
T2	INIA 509 - La Esperanza	Profoxydim (Tetris)	60	300
T3	INIA 509 - La Esperanza	Profoxydim (Tetris)	100	500
T4	INIA 509 - La Esperanza	Profoxydim (Tetris)	150	750
T5	INIA 509 - La Esperanza	*Cyhalofop-butyl (Nadal)	270	1500
T6	HP10FL - El Valor	Testigo 2	--	--
T7	HP10FL - El Valor	Profoxydim (Tetris)	60	300
T8	HP10FL - El Valor	Profoxydim (Tetris)	100	500
T9	HP10FL - El Valor	Profoxydim (Tetris)	150	750
T10	HP10FL - El Valor	*Cyhalofop-butyl (Nadal)	270	1500
T11	INIA 507 - La Conquista	Testigo 3	--	--
T12	INIA 507 - La Conquista	Profoxydim (Tetris)	60	300
T13	INIA 507 - La Conquista	Profoxydim (Tetris)	100	500
T14	INIA 507 - La Conquista	Profoxydim (Tetris)	150	750
T15	INIA 507 - La Conquista	*Cyhalofop-butyl (Nadal)	270	1500

### 3.2.3. Dosificación

#### Cálculo del gasto del producto comercial:

Para una aplicación de 60 g/ha del herbicida profoxidim, se realizó la siguiente operación para calcular el gasto del producto comercial “Tetris”.

$$\begin{array}{r}
 1 \text{ L "Tetris"} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 200 \text{ g profoxydim} \\
 \times \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 60 \text{ g profoxydim} \\
 \hline
 X = 300 \text{ ml "Tetris"}
 \end{array}$$

Por tanto, para este ejemplo se empleará 300 ml del producto comercial “Tetris” por hectárea . De mismo modo, se calculó para los demás tratamientos.

### **Cálculo del gasto del producto comercial/parcela**

Para una aplicación de 300 ml/ha de “Tetris”, se realizó la siguiente operación para calcular el gasto por parcela.

$$\begin{array}{r} 300 \text{ ml "Tetris"} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 10\,000 \text{ m}^2 \\ X \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 27 \text{ m}^2 \\ X = 0.81 \text{ ml "Tetris"/parcela} \end{array}$$

Por tanto, para este ejemplo se aplicó 0.81 ml del producto comercial “Tetris” por cada unidad experimental o parcela. De mismo modo, se calculó para los demás tratamientos.

### **Cálculo del gasto de agua**

Para el cálculo del gasto de agua, se consideró un gasto de 200 L por una hectárea, en consecuencia, se determinó para cada unidad experimental, obteniendo lo siguiente:

$$\begin{array}{r} 200 \text{ L agua} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 10\,000 \text{ m}^2 \\ X \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 27 \text{ m}^2 \\ X = 0.54 \text{ L agua/parcela} \end{array}$$

#### **3.2.4. Diseño experimental**

Se empleó un diseño de bloques completamente al azar (D.C.A), con arreglo factorial (3A x 5B), con un total de 15 tratamientos y 3 repeticiones, haciendo un total de 45 unidades experimentales. Con el siguiente modelo aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \gamma_j + (\alpha\gamma)_{ij} + \beta_k + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Valor observado en el  $i$ -ésimo nivel del factor A (variedades) y el  $j$ -ésimo nivel del factor B (dosis de herbicida).

$\mu$  = Efecto de la media general.

- $\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo nivel del factor A (variedades)
- $\gamma_j$  = Efecto del j-ésimo nivel del factor B (dosis de herbicida).
- $(\alpha\gamma)_{ij}$  = Efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor A (variedades) con el j-ésimo nivel del factor B (dosis el herbicida).
- $\beta_k$  = Efecto de la k-ésimo bloque en cada tratamiento.
- $\epsilon_{ijk}$  = Efecto aleatorio del error experimental

Para:  $i = 1, 2, 3$  variedades de arroz

$j = 1, 2, 3, 4, 5$  dosis del herbicida

$k = 1, 2, 3$  bloques

### 3.2.5. Características del campo experimental

Largo	: 149 m
Ancho	: 12 m
Área total	: 1788 m <sup>2</sup>

#### Del bloque:

N° bloques	: 3
Largo	: 149 m
Ancho	: 3 m
Espacio entre bloques	: 1.5 m
Área bloque	: 447 m <sup>2</sup>

#### De la parcela:

N° parcelas/bloque	: 15
N° total de parcelas	: 45
Largo de parcela	: 9 m
Ancho de parcela	: 3 m
Espacio entre parcelas	: 1.0 m
Área total de cada parcela	: 27 m <sup>2</sup>

### 3.2.6. Análisis estadístico

Los datos se analizaron mediante análisis de varianza (ANVA) y al comprobarse diferencias estadísticas, las medias fueron comparados por la prueba de Tuckey ( $\alpha=0,05$ ). El procesamiento de los datos se realizó con el soporte del software InfoStat.

**Tabla 4.** Esquema del análisis de varianza

<b>Fuente de variación</b>	<b>Fórmula</b>	<b>GL</b>
Bloques	$(r - 1)$	2
Tratamientos	$(t - 1)$	14
Factor A	$(a - 1)$	2
Factor B	$(b - 1)$	4
AxB	$(a - 1) (b - 1)$	8
Error experimental	$(ab-1) (r-1)$	28
Total	$(abr - 1)$	44

### 3.2.7. Variables independientes

Tres dosis del herbicida profoxidim.

### 3.2.8. Variables dependientes

- Control de malezas (%)
- Fitotoxicidad (%)
- Altura de planta (cm)
- Macollos (unidades/m<sup>2</sup>)
- Rendimiento de grano (Kg/ha)

## 3.3. Parámetros evaluados

### 3.3.1. Identificación de malezas

La determinación del porcentaje de malezas inicial se realizó previo a la aplicación de los tratamientos, se utilizó el método visual, con el apoyo de un marco de madera de 1 x 1 m. Luego se realizó la contabilización del número de malezas existentes por especie. Mientras que la identificación de las malezas se realizó con la herborización de las especies y luego se empleó dos manuales fotográficos de identificación de malezas: “Guía Fotográfica para la Identificación de Malezas: Parte I” y “Guía Fotográfica para la Identificación de Malezas: Parte II” (Muñoz y Pitty 1994; Pitty y Molina 1998).

### 3.3.2. Control de malezas

Se lanzó al azar un marco de madera de 1 m<sup>2</sup> sobre las parcelas, para evaluar el efecto de control de las mezclas por el método visual, se usó la escala de la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM, 1974). Las evaluaciones se realizaron a los 15, 30, 45 y 60 días después de la aplicación del herbicida.

**Tabla 5.** Escala de evaluación visual de control de malezas.

<b>Índice de control (%)</b>	<b>Denominación</b>
0 – 40	Ninguno o pobre
41 – 60	Regular
61 – 70	Eficiente
71 – 80	Bueno
81 – 90	Muy bueno
91 – 100	Excelente

Fuente: ALAM (1974)

### 3.3.3. Fitotoxicidad

Las evaluaciones de fitotoxicidad se realizaron visualmente a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación del herbicida, para esto se utilizó la escala de HOECOL (Tabla 6), propuesta por PAVÓN (1992).

### 3.3.4. Número de macollos/m<sup>2</sup>

Esta evaluación se llevó a cabo al final del experimento, a los 120 días, al momento de la cosecha, en un 1 m<sup>2</sup> del área neta de cada parcela experimental.

### 3.3.5. Rendimiento de grano

El rendimiento de grano de arroz en cáscara, se calculó pesando los granos obtenidos en cada parcela a un porcentaje de humedad de 12%. Finalmente fueron extrapolados a kg/ha.

**Tabla 6.** Escala de HOECOL evaluación del índice de daño por herbicidas.

<b>%</b>	<b>Descripción</b>	<b>Categoría</b>
0	Ausencia total del daño en relación con el testigo no aplicado y sin competencia de malezas	Leve
10	Leve decoloración y/o leves malformaciones en cualquier órgano de la planta, y/o recuperación rápida	Leve
20	Moderada decoloración y/o leves malformaciones en varios órganos de la planta, y/o recuperación rápida	Leve
30	Severa decoloración con leve a moderada muerte de los tejidos (necrosis) y/o regular presencia y mal formaciones con leve a moderada muerte de tejidos (necrosis) y/o recuperación lenta	Leve
40	Leve disminución en el número de plantas con o sin severa decoloración en diferentes estados con muerte de regidos (necrosis) y/o presencia de mal formaciones en diferentes estados con muertes de tejidos (necrosis).	Moderado
50	Moderada disminución en el número de plantas y severa muerte de tejidos(necrosis) acompañada de declaración y/o mal formación de diferentes estados. Se puede ver alguna reducción en la producción.	Mediana
60	Regular disminución en el número de plantas y/o síntomas que disminuirán moderadamente la producción.	Severo
70	Severa disminución en el número de plantas; las plantas existentes presentan síntomas que no permiten alguna recuperación y producción.	Severo
80	Alta disminución de la población, las pocas plantas presentes con síntomas que causaran muy baja producción.	Severo
90	Altísima disminución de la población, alguna presente que no permiten la producción.	Muy grave
100	Completa ausencia de plantas.	Total

### 3.3.6. Análisis de rentabilidad

La evaluación de rentabilidad de los diferentes tratamientos en estudio se realizó por el método “análisis comparativo de ingresos y costos de producción”; el índice de rentabilidad (B/C) para cada tratamiento, se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Relación B/C} = \frac{\text{Ingreso bruto}}{\text{Costo producción}}$$

### **3.4. Ejecución del experimento**

#### **3.4.1. Limpieza del terreno**

Previa delimitación del área total del terreno, se realizó la limpieza de todo el campo experimental de forma manual, facilitando las posteriores labores de preparación y mecanización del terreno.

#### **3.4.2. Preparación y demarcación de la parcela experimental**

El terreno se preparó en forma mecanizada con un tractor de arado de discos irreversible, seguido de una pasada de rastra, dejando bien mullido el suelo, luego se realizó la demarcación de acuerdo al croquis de la disposición experimental, demarcando los bloques y parcelas; posteriormente se hizo el trazado y construcción de bordes, para la distribución de los bloques, canales de riego y drenaje.

#### **3.4.3. Pregerminado de la semilla**

Se realizó el pregerminado, con 200 gramos por cada metro cuadrado. Para ello, se colocó las semillas en bolsa de tela y puesto en una fuente de agua en movimiento por espacio de un día, al término se colocó en abrigo, cubriendo con sacos o mantas hasta ver que la mayor parte de semillas presenten la “panza blanca” o cuando la semilla está saliendo el hipocotiledón.

#### **3.4.4. Siembra a campo definitivo**

Se realizó la siembra directa, al voleo.

#### **3.4.5. Control de malezas (aplicación de tratamientos)**

El control de malezas se realizó con el herbicida en estudio, aplicando las dosis indicadas en la Tabla 3. Se aplicaron a los 21 días después del voleo, cuando la maleza se medía de 10 a 15 cm de longitud aproximadamente.

La aplicación de los tratamientos se realizó con la ayuda de un motopulverizador, y con las parcelas sin agua. Por otro lado, en los tratamientos testigos (T1, T2, T3) el control se realizó de forma manual.

#### **3.4.6. Control de plagas y enfermedades**

Para el control de plagas y enfermedades se realizó según la incidencia en campo. Para las plagas, se realizó aplicaciones de insecticidas a partir de los 8 días después del voleo, previa prueba de eficiencia, para controlar la mosquilla, mosca minadora, gusano

de hoja, chinches, etc. Para las principales enfermedades como el quemado y pyricularia del arroz se realizó aspersiones de fungicidas.

#### **3.4.7. Fertilización en campo definitivo**

La fertilización en campo definitivo se realizó de acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de caracterización del suelo, se utilizó urea, para la primera aplicación a los 25 días; sulfato de amonio a los 45 días y a los 70 días se aplicó el fertilizante comercial Yaramila complex.

#### **3.4.8. Cosecha**

La cosecha se efectuó a los 120 a 135 días después del voleo, cuando el 90% de los granos de las panojas se encontraban maduras y la planta en general presente una coloración amarillenta, esta labor se desarrolló de forma manual, cortando los tallos con hoz a 10 cm del suelo.



## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Identificación de malezas

En la Tabla 7, se expone las malezas que fueron identificadas en el campo experimental. La mayoría de las especies encontradas pertenecen a la familia poaceae, quienes alcanzaron un 64 % de infestación en el campo experimental; mientras que la familia Cyperaceae estuvo representada únicamente por *Cyperus rotundus*, con una infestación de 22 %. Por otra parte, las malezas de hoja ancha tuvieron una infestación de 14 %.

Los herbicidas en estudio solo ejercen un efecto control sobre las especies *Ischaemum rugosum*, *Cynodon pastilo*, *Echinochloa crus-galli*, *Echinochloa crus-pavonis* y *Echinochloa colona*.

**Tabla 7.** Malezas identificadas en el campo experimental.

<b>Familia</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Infestación (%)</b>
Poaceae	<i>Ischaemum rugosum</i>	Mazorquilla	43
Poaceae	<i>Cynodon pastilo</i>	Mashango	8
Poaceae	<i>Echinochloa crus-galli</i>	Moco de Pavo	6
Poaceae	<i>Echinochloa crus-pavonis</i>	Moco blanco	4
Poaceae	<i>Echinochloa colona</i>	Flor morada	3
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>	Coquito	22
<b>Hoja ancha</b>			<b>14</b>
Pontederiaceae	<i>Heteranthera reniformes</i>	Oreja de ratón	7
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus amarus</i>	Chanca piedra	4
Onagraceae	<i>Ludwigia dedecurrens</i>	Clavito	3

Rodríguez (2000), al desarrollar un trabajo experimental de control de malezas en arroz, también logró identificar tres especies que se describen en la Tabla 7 (*E. crus-galli*, *E. colona* y *C. rotundus*). De acuerdo con Salazar (2019), la identificación de las malezas en campo, es primordial para planear un método de control que sea viable económicamente y eficaz; sin embargo, la identificación es más difícil en estados juveniles.

## 4.2. Control de malezas

En la Tabla 8, de análisis de varianza del parámetro de control de malezas en las 3 variedades de arroz; no se denota diferencias estadísticas entre bloques, en los en 4 tiempos de evaluación. Por otro lado, si se evidencia diferencia estadística altamente significativa en los tratamientos y en el factor B (Dosis del herbicida) a los 15, 30, 45 y 60 después de la aplicación (DDA). Para el factor A (variedades de arroz), a los 45 DDA muestra alta significancia, sin embargo, a los 15, 30 y 60 DDA resulta ser no significativo por la prueba F. Mientras que para el efecto interacción AxB, solamente se muestra significancia a los 30 y 45 DDA, pero a los 15 y 60 DDA no se evidencia diferencia estadística significativa. Además, se obtuvieron buenos coeficientes de variación (3.62, 2.59, 2.68, 4.66 %), resaltando alta confiabilidad en los datos obtenidos.

**Tabla 8.** Análisis de varianza del control de malezas a los 15, 30, 45, 60 DDA

F. V	GL	15 DDA		30 DDA		45 DDA		60 DDA	
		CM	Sig	CM	Sig	CM	Sig	CM	Sig
Bloques	2	3,29	NS	9,87	NS	0,02	NS	14,02	NS
Tratam.	14	1002,99	AS	1202,23	AS	1383,70	AS	1730,75	AS
A: Var.	2	8,09	NS	1,4	NS	17,42	AS	6,96	NS
B: Dosis	4	3482,76	AS	4189,24	AS	4786,28	AS	6045,06	AS
AxB	8	11,84	NS	8,93	S	23,98	AS	4,54	NS
Error exp.	28	6,88		3,37		3,47		9,78	
Total	44								
C.V. (%)		3,62		2,59		2,68		4,66	

En la Tabla 9 y en la figura 1, se muestra la comparación de medias por la prueba de Tuckey ( $\alpha=0.05$ ) en 4 tiempos de evaluación. A los 15 DDA, los tratamientos superiores fueron T4, T9 y T14 con 99.67, 99.67 y 99.33 % de control de malezas, seguidamente de los tratamientos T7, T15, T5, T12, T2 y T10 (64.33, 64, 63, 62.67, 61.33, 57 respectivamente), y los tratamientos T1, T6 y T11 obtuvieron 53, 52.23 y 52 % respectivamente, representando los valores más inferiores del porcentaje de control.

**Tabla 9.** Comparación de medias por la de Tuckey ( $\alpha=0,05$ ) del control de malezas a los 15, 30, 45 y 60 DDA

15 DDA			30 DDA			45 DDA			60 DDA		
Clave	%	Sig.	Clave	%	Sig.	Clave	%	Sig.	Clave	%	Sig.
T4	99,67	a	T9	99	a	T9	98,33	a	T4	98	a
T9	99,67	a	T4	98,67	a	T4	98	a	T14	98	a
T14	99,33	a	T14	98,67	a	T14	97,67	a	T9	97,33	a
T3	87,33	b	T3	87	b	T3	87,67	b	T3	85,67	b
T13	87	b	T13	85,67	b	T13	84,67	b	T8	85	b
T8	85	b	T8	83,67	b	T8	83	b	T13	84,67	b
T7	64,33	c	T7	67,33	c	T2	68	c	T2	65	c
T15	64	c	T2	64,33	c d	T10	67,33	c	T12	64	c
T5	63	c	T15	63	c d	T12	63	c d	T7	63,33	c
T12	62,67	c	T12	62	c d	T7	62,67	c d	T10	60,33	c
T2	61,33	c	T5	62	c d	T5	61	d	T5	57,33	c
T10	57	c d	T10	60	d	T15	58	d	T15	56	c
T1	53	d	T1	43,67	e	T11	38,67	e	T1	32	d
T6	52,23	d	T6	43,67	e	T1	38	e	T6	31	d
T11	52	d	T11	43,33	e	T6	37,33	e	T11	29	d

Tratamientos unidos por la misma letra, no existe significancia estadística.

T1 (INIA 509-La Esperanza / Testigo 1)  
 T2 (INIA 509-La Esperanza / 60 g/ha Profoxidim)  
 T3 (INIA 509-La Esperanza / 100 g/ha Profoxidim)  
 T4 (INIA 509-La Esperanza / 150 g/ha Profoxidim)  
 T5 (INIA 509-La Esperanza / 270 g/ha Cyhalofop-butyl)

T6 (HP10FL-El Valor / Testigo 2)  
 T7 (HP10FL-El Valor / 60 g/ha Profoxidim)  
 T8 (HP10FL-El Valor / 100 g/ha Profoxidim)  
 T9 (HP10FL-El Valor / 150 g/ha Profoxidim)  
 T10 (HP10FL-El Valor / 270 g/ha Cyhalofop-butyl)

T11 (INIA 507-La Conquista / Testigo 3)  
 T12 (INIA 507-La Conquista / 60 g/ha Profoxidim)  
 T13 (INIA 507-La Conquista / 100 g/ha Profoxidim)  
 T14 (INIA 507-La Conquista / 150 g/ha Profoxidim)  
 T15 (INIA 507-La Conquista / 270 g/ha Cyhalofop-butyl)

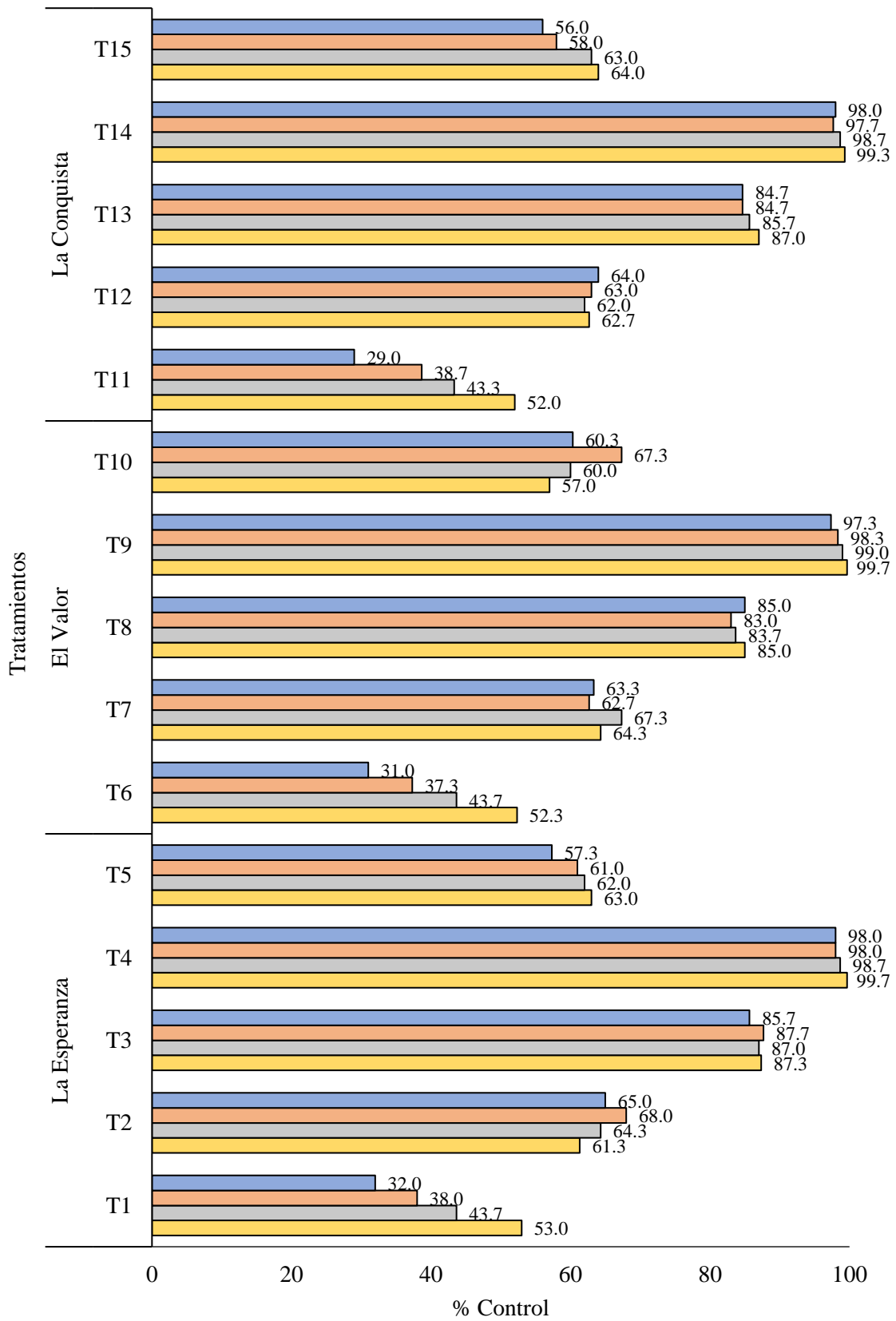
A los 30 DDA, los tratamientos superiores continúan siendo T9, T4 y T14 con 99, 98.67 y 98.67 % de control de malezas respectivamente. A continuación, los tratamientos T7, T2, T15, T12, T5 y T10 con valores de 67.33, 64.33, 63, 62, 62, 60 % respectivamente. Por otra parte, quienes mostraron los porcentajes más bajos de control de malezas fueron T1, T6 y T11 (43.67, 43.67 y 43.33 respectivamente).

A los 45 DDA, los tratamientos T9, T4 y T14 persisten con los mayores porcentajes de control, con 98.33, 98, 97.67 % respectivamente. El resto de los tratamientos presentan diferencias entre ellos, con porcentajes menores. Seguidamente los tratamientos T2, T10, T12, T7, T5 y T15 (68, 67.33, 63, 62.67, 61 y 58 % respectivamente). Los tratamientos T11 (38.67 %), T1 (38 %) y T6 (37.33) fueron los que presentaron menor efecto control.

Y al cabo de 60 días después de la aplicación, los tratamientos T4, T14 y T9, mantienen su postura de superioridad en el control de malezas con valores de 98, 98 y 97.33 % respectivamente, a estos 3 tratamientos se realizó una aplicación de 150 g/ha del herbicida profoxydim. Seguidamente se encuentran los tratamientos T3, T8 y T13 (85.67, 85 y 84.67 respectivamente), en estas parcelas se aplicó una dosis de 100 g/ha del herbicida profoxydim. Los T2, T12, T7, T10, T5 y T15 (65, 64, 63.33, 60.33, 57.33 y 56 % respectivamente) fueron los tratamientos efecto control medio, a los 3 primeros se aplicó 60 g/ha del herbicida profoxidim y a los 3 restantes se aplicó una dosis de 270 g/ha del herbicida cyhalofop-butyl. Finalmente, donde no se aplicó herbicidas y solamente se realizó un control manual (testigos absolutos), presentaron los porcentajes más bajos T1, T6 y T11 (32, 31 y 29 % respectivamente).

Estos resultados coinciden con lo obtenido por Morera (2017), quien evidenció que el herbicida profoxidim tuvo una buena efectividad en el control de malezas, el cual fue aplicado a una dosis de 100 g/ha. Asimismo, PARDO *et al.* (2015), documentan que uno de los mejores programas en el control de malezas en arroz, es la aplicación del herbicida profoxidim a una dosis de 100 g/ha, pero cuando el arroz presente de 1 a 3 hojas.

Por otra parte, Marchesi y Lavecchia (2011), identificaron que en parcelas donde se aplicó el herbicida profoxidim a razón de 200 g/ha, mostró ser estadísticamente superior en rendimiento a los demás, mostrando un buen control de malezas, que les permitió obtener mayores rendimientos en el cultivo de arroz. Los buenos efectos de control de este herbicida, se debe a que el profoxidim detiene la elongación de radicular y el crecimiento del coleóptilo de las malezas, (Sandín *et al.*, 2017).



**Figura 1.** Porcentaje de control de malezas a los 15, 30, 45 y 60 DDA.

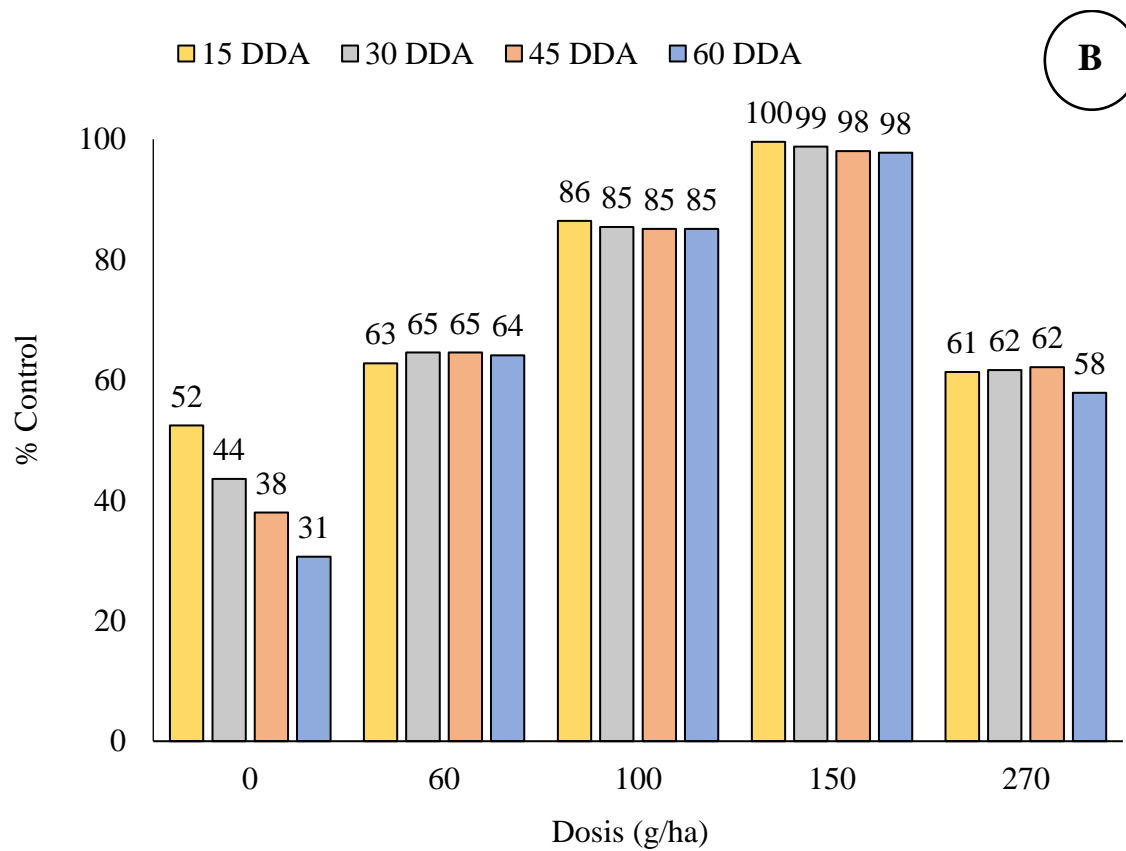
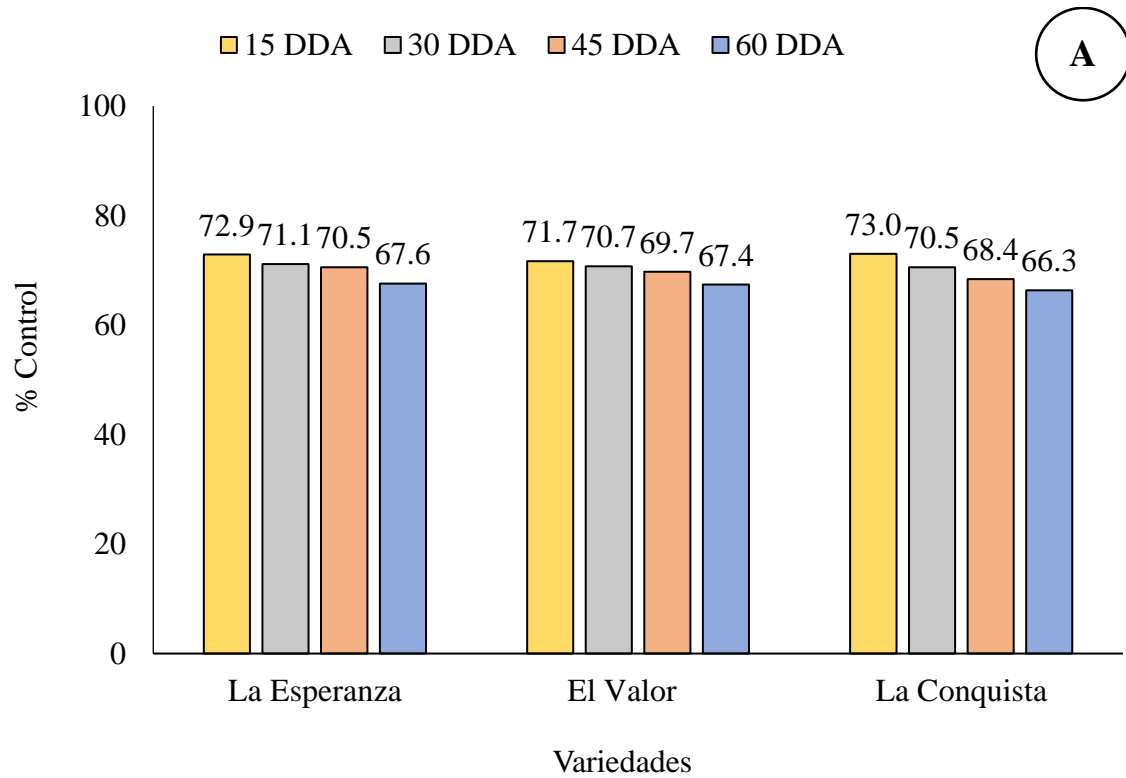
Sin embargo, Ortiz *et al.* (2015) determinaron que más de la mitad de las malezas evaluadas en campo, presentaron resistencia al herbicida profoxidim. El espectro de resistencia a nivel de toda la planta se correlaciona con la resistencia a nivel de ACCasa. Esta resistencia se puede deber a una mutación o mutaciones específicas del gen ACCasa que confiere resistencia en esta población (Chanya *et al.*, 2005).

En la Tabla 10, se presenta la prueba de comparación de medias de Tuckey ( $\alpha=0.05$ ) del porcentaje de control de malezas a los 15, 30, 45 y 60 días después de la aplicación, para los factores variedades de arroz y dosis de herbicida. Las variedades INIA 509-La Esperanza, HP10FL-El Valor e INIA 507-La Conquista, no mostraron diferencias estadísticas significativas a los 15 y 30 DDA; sin embargo, a los 45 DDA, si existe diferencias significativas, donde la variedad INIA 509-La Esperanza fue superior con 70.5 % de control, seguido de HP10FL-El Valor con 69.7 % y el control más bajo fue obtenido por la variedad INIA 507-La Conquista (68.4 %). A los 60 DDA, las variedades no evidencian diferencias estadísticas significativas. La variedad INIA 509-La Esperanza obtuvo 67.6 % de control de malezas promedio, mientras que la variedad HP10FL-El Valor obtuvo 67.4 % de control y la variedad INIA 507- La Conquista solamente logró un control de malezas de 66.3 % en promedio (Figura 2 A).

**Tabla 10.** Comparación de medias de Tuckey ( $\alpha=0,05$ ) del control de malezas a los 15, 30, 45 y 60 DDA, de los factores variedades de arroz y dosis de herbicida.

	15 DDA		30 DDA		45 DDA		60 DDA	
Variedad	Med.		Med.		Med.		Med	
INIA 509	72,9	a	71,1	a	70,5	a	67,6	a
HP10FL	71,7	a	70,7	a	69,7	a b	67,4	a
INIA 507	73,0	a	70,5	a	68,4	b	66,3	a
Dosis (g/ha)	Med.		Med.		Med.		Med	
150	99,6	a	98,8	a	98,0	a	97,8	a
100	86,4	b	85,4	b	85,1	b	85,1	b
60	62,8	c	64,6	c	64,6	c	64,1	c
270	61,3	c	61,7	d	62,1	c	57,9	d
0	52,4	d	43,6	e	38,0	d	30,7	e

Medias unidas por la misma letra, no existe significancia estadística.



**Figura 2.** Control de malezas a los 15, 30, 45 y 60 días después de la aplicación: A. Variedades de arroz. B. Dosis de herbicida.

En cuanto al factor dosis de herbicida, se evidencia diferencias estadísticas significativas en las cuatro épocas de evaluación, donde la dosis de 150 g/ha del herbicida profoxydim muestra superioridad en control de malezas frente a los demás, con una denominación de “excelente” en la escala planteada por ALAM (1974). Seguidamente se encuentra la dosis de 100 g/ha con una denominación de “muy bueno”, mientras que la dosis 60 g/ha presenta una categoría de “eficiente”, la dosis de 270 g/ha del herbicida cyhalofop-butyl también presenta una clasificación de “eficiente”, por otro lado, en parcelas donde no se aplicó ninguna dosis presentan los menores porcentajes de control (Figura 2 B).

### 4.3. Fitotoxicidad

En la Tabla 11, se presenta el análisis de varianza de fitotoxicidad del cultivo de arroz a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación de los tratamientos, donde no se muestra diferencias significativas entre bloques. Por otra parte, se evidencia diferencias estadísticas altamente significativas en los tratamientos, en el factor A (variedades de arroz), factor B (dosis del herbicida) y para la interacción AxB, en los cuatro tiempos de evaluación. Asimismo, se obtuvo los siguientes coeficientes de variación 10.35, 10.01 8.75 y 15 %, lo cual nos indica confiabilidad en los datos obtenidos.

**Tabla 11.** Análisis de varianza de fitotoxicidad del arroz a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación (DDA).

F.V.	GL	7 DDA		14 DDA		21 DDA		28 DDA	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Bloques	2	0,87	NS	3,62	NS	0,12	NS	4,37	NS
Trat.	14	1901	AS	1528	AS	998	AS	647,95	AS
A: Var.	2	2675,42	AS	2049,12	AS	1433,94	AS	797,41	AS
B: Dosis	4	3713,64	AS	3046,24	AS	1937,67	AS	1277,7	AS
AxB	8	800,29	AS	637,79	AS	418,52	AS	295,69	AS
Error exp.	28	3,38		2,27		0,96		1,48	
Total	44								
C.V. (%)		10,35		10,01		8,75		15,00	



**Tabla 12.** Comparación de medias de Tuckey ( $\alpha=0,05$ ) de fitotoxicidad del arroz a los 7, 14, 21 y 28 DDA.

7 DDA			14 DDA			21 DDA			28 DDA		
Clave	Prom.		Clave	Prom.		Clave	Prom.		Clave	Prom.	
T14	80,33	a	T14	74	a	T14	60,44	a	T14	48,33	a
T9	60,56	b	T9	53,33	b	T9	40,33	b	T9	33,44	b
T13	42,78	c	T13	35	c	T13	28,55	c	T13	21,22	c
T12	34,67	d	T12	26,67	d	T12	18	d	T12	8,67	d
T8	13,56	e	T8	10,11	e	T8	7,33	e	T4	3,89	e
T7	10	e f	T4	8,55	e f	T4	6,67	e	T8	3,66	e f
T4	9,78	e f	T7	7,56	e f g	T7	3,66	f	T5	1	e f
T3	7	f g	T3	5,22	f g h	T5	1,56	f g	T7	0,89	e f
T5	3,89	g h	T2	3	g h i	T3	0,89	f g	T3	0,33	e f
T2	3,78	g h	T5	2,22	h i	T2	0,44	g	T2	0,22	e f
T10	0,33	h	T10	0,22	i	T10	0	g	T10	0	f
T15	0	h	T15	0	i	T15	0	g	T15	0	f
T1	0	h	T1	0	i	T1	0	g	T1	0	f
T6	0	h	T6	0	i	T6	0	g	T6	0	f
T11	0	h	T11	0	i	T11	0	g	T11	0	f

Tratamientos unidos por la misma letra, no existe significancia estadística.

T1 (INIA 509-La Esperanza / Testigo 1)

T2 (INIA 509-La Esperanza / 60 g/ha Profoxidim)

T3 (INIA 509-La Esperanza / 100 g/ha Profoxidim)

T4 (INIA 509-La Esperanza / 150 g/ha Profoxidim)

T5 (INIA 509-La Esperanza / 270 g/ha Cyhalofop-butyl)

T6 (HP10FL-El Valor / Testigo 2)

T7 (HP10FL-El Valor / 60 g/ha Profoxidim)

T8 (HP10FL-El Valor / 100 g/ha Profoxidim)

T9 (HP10FL-El Valor / 150 g/ha Profoxidim)

T10 (HP10FL-El Valor / 270 g/ha Cyhalofop-butyl)

T11 (INIA 507-La Conquista / Testigo 3)

T12 (INIA 507-La Conquista / 60 g/ha Profoxidim)

T13 (INIA 507-La Conquista / 100 g/ha Profoxidim)

T14 (INIA 507-La Conquista / 150 g/ha Profoxidim)

T15 (INIA 507-La Conquista / 270 g/ha Cyhalofop-butyl)

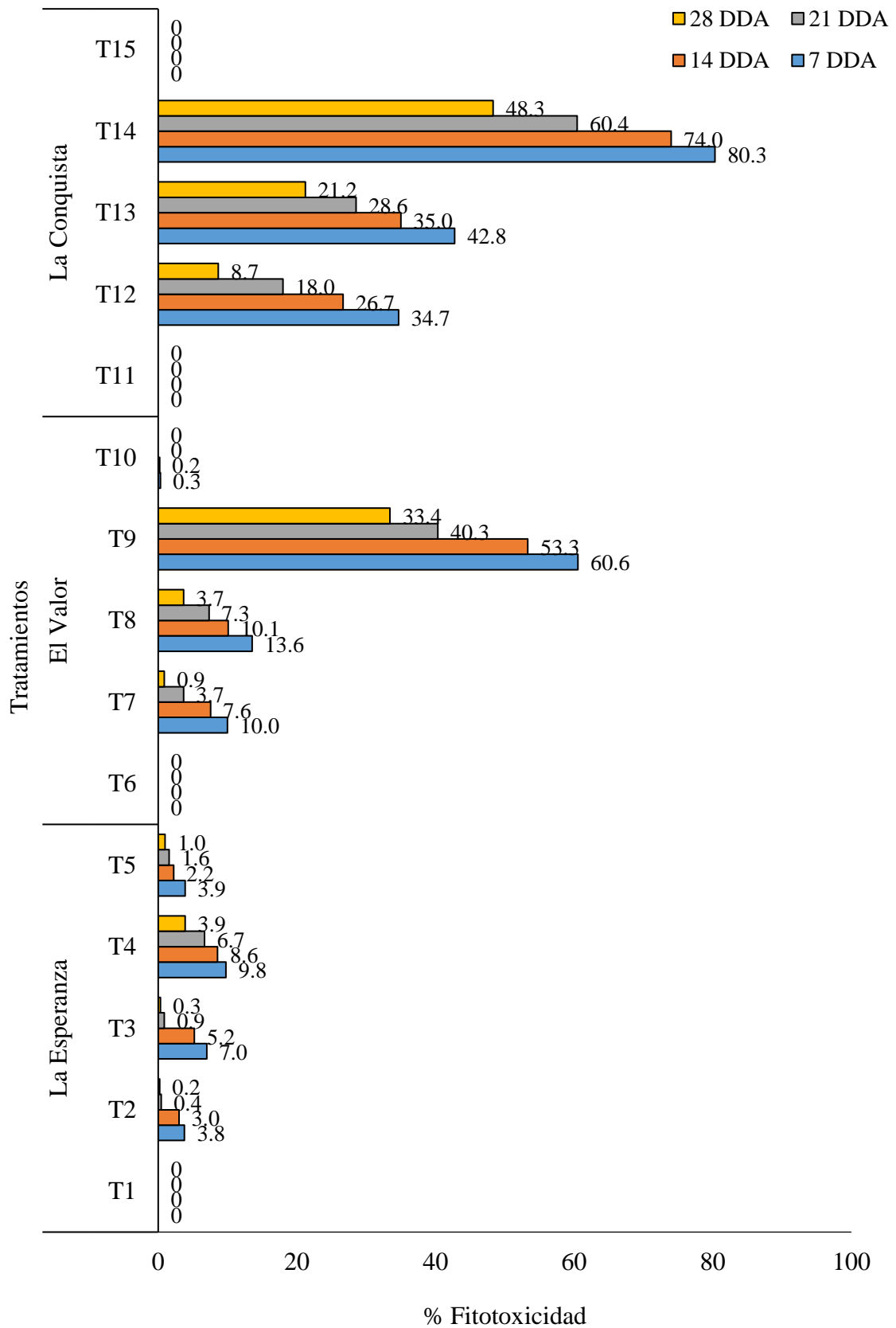
La Tabla 12, muestra la comparación de medias por la prueba de Tuckey ( $\alpha=0.05$ ) para el parámetro fitotoxicidad. A los siete días después de la aplicación, la parcela que mostró mayor fitotoxicidad fue el tratamiento T14 con 80.33 %, seguido del T9 con un valor de 60.56 %, ambos tratamientos representan una categoría de fitotoxicidad severo, mientras que los tratamientos T5, T2 y T10, alcanzaron porcentajes de 3.89, 3.78 y 0.33 % respectivamente, indicando una categoría leve en la escala de HOECOL.

A los 14 DDA, el tratamiento T14 mantiene el mayor porcentaje de fitotoxicidad con un valor de 74 %, seguido por el tratamiento T9 con 53.3 % con una categoría mediana; y asimismo los tratamientos T5, T2 y T10 (3, 2.22 y 0.22 %) conservan los valores más bajos.

A los 21 DDA, el tratamiento T14 continúa liderando con 60.44 % de fitotoxicidad representando una categoría severa. Seguidamente se encuentran los tratamientos T9 (40.33 %), T13 (28.55 %) y T12 (18 %), y los demás presentan diferencias significativas con valores inferiores a 10 %.

Finalmente, a los 28 DDA, el tratamiento T14, donde a la variedad INIA 507-La Conquista se aplicó una dosis de 150 g/ha del herbicida profoxydim, persiste con mayor fitotoxicidad del cultivo de arroz con 48.33 %, pero esta vez presenta una categoría “moderado” en la escala de HOECOL, seguidamente se encuentra el tratamiento T9 (HP10FL-El Valor / 150 ml/ha profoxydim) con una categoría leve y un valor de 36.4 %, luego el T13 (INIA 507-La Conquista / 100 g/ ha profoxydim) con 21.22 % de fitotoxicidad. Mientras que los tratamientos T4, T8, T5, T7, T3, T2, T2 (3.89, 3.66, 1, 0.89, 0.33 y 0.22 %) obtuvieron los porcentajes más bajos con una categoría leve. Los tratamientos T10 y T15, en ambas parcelas se aplicó una dosis de 270 g/ha del herbicida cyhalofop-butyl, no mostraron fitotoxicidad. Y evidentemente los testigos absolutos (T1, T6 y T11), no presentaron fitotoxicidad, ya que en estas parcelas no se aplicaron ninguna dosis de herbicida.

Asimismo, en la figura 3, se puede evidenciar que todos los tratamientos muestran una disminución en el porcentaje de fitotoxicidad con el pasar de los días, representando una tendencia negativa. De igual manera, se comprueba que los tratamientos T9 y T14 son los que alcanzaron los mayores porcentajes de fitotoxicidad, en ambos tratamientos se aplicaron la dosis de 150 ml/ha del herbicida profoxydim a las variedades de HP10FL-El valor y INIA 507-La conquista respectivamente; sin embargo, esta misma dosis aplicada a la variedad INIA 509-La Esperanza, no causa el mismo efecto, ya que la fitotoxicidad más alta alcanza un porcentaje de 9.8 %.



**Figura 3.** Porcentaje de fitotoxicidad del arroz a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación (DDA)

Marchesi y Lavecchia, (2011), indican que el ingrediente activo profoxidim es detoxificado por las plantas de arroz, es decir no tiene un efecto adverso; sin embargo, citan algunas excepciones, si las plantas se encuentran bajo un estrés térmico y la dosis del herbicida son muy altas, estas retrasan la eliminación del producto de su metabolismo y el cultivo se verá afectado. Por otro lado, indican que ciertas variedades muestran algunos, en Uruguay determinaron que la variedad INIA Olimar es más susceptibles al herbicida.

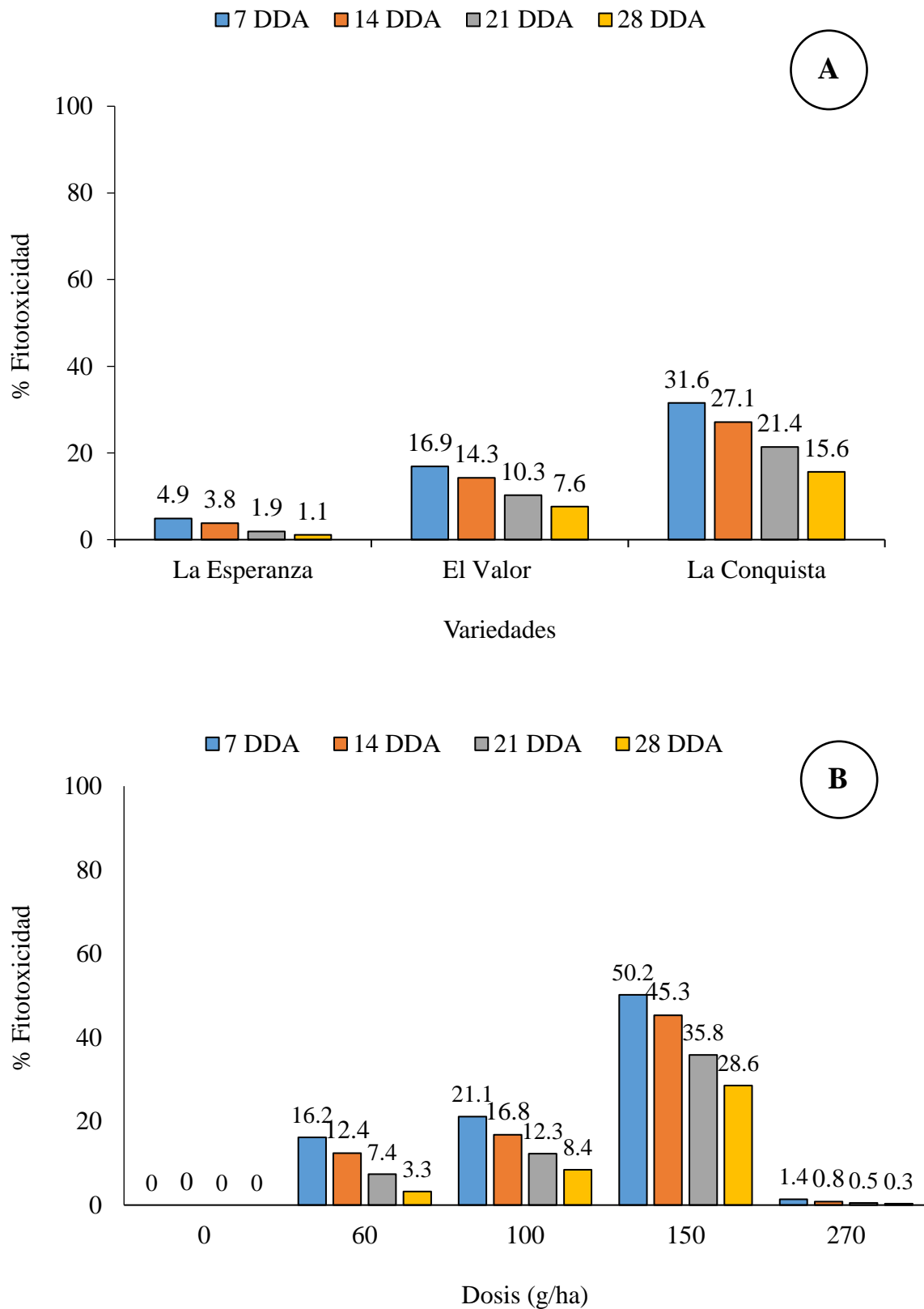
Además, Eisert *et al* (2001), indican que el herbicida profoxidim después de ser aplicado en un campo de suelo desnudo inundado, presenta una disipación de 3 horas aproximadamente, por lo que las plantas asimilan rápidamente al compuesto y empiezan el proceso de detoxificación. Sánchez *et al* (2006), refiere un riesgo menor con las evaluaciones refinadas para el profoxidim, y solamente se observa toxicidad cuando se utiliza concentraciones superiores a la dosis recomendada.

En la Tabla 13, se presenta la prueba de comparación de medias de Tuckey ( $\alpha=0.05$ ) del porcentaje de fitotoxicidad a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación, para los factores variedades de arroz y dosis de herbicida.

**Tabla 13.** Comparación de medias de Tuckey ( $\alpha=0,05$ ) de fitotoxicidad del arroz a los 7, 14, 21 y 28 DDA, de los factores variedades y dosis de herbicida.

Variedad	7 DDA		14 DDA		21 DDA		28 DDA	
	Med.	Sig.	Med.	Sig.	Med.	Sig.	Med.	Sig.
INIA 507	31,6	a	27,1	a	21,4	a	15,6	a
HP10FL	16,9	b	14,3	b	10,3	b	7,6	b
INIA 509	4,9	c	3,8	c	1,9	c	1,1	c
Dosis (g/ha)	Med.	Sig.	Med.	Sig.	Med.	Sig.	Med.	Sig.
150	50,2	a	45,3	a	35,8	a	28,6	a
100	21,1	b	16,8	b	12,3	b	8,4	b
60	16,2	c	12,4	c	7,4	c	3,3	c
270	1,4	d	0,8	d	0,5	d	0,3	d
0	0,0	d	0,0	d	0,0	d	0,0	d

Medias unidas por la misma letra, no existe significancia estadística.



**Figura 4.** Fitotoxicidad a los 7, 14, 21 y 28 días después de la aplicación: A. Variedades de arroz. B. Dosis de herbicida.

En los 4 tiempos de evaluación se evidencian diferencias estadísticas significativas entre las variedades, INIA 507-La Conquista es superior a las demás variedades, ya que obtuvo 31.6, 27.1, 21.4 y 15.6 % de fitotoxicidad respectivamente, es decir, esta variedad es más sensible a la aplicación del herbicida profoxydim. La variedad HP10FL-El valor, alcanzó 16.9, 14.3, 10.3 y 7.6 % de fitotoxicidad respectivamente; por otro lado, la variedad INIA 509-La Esperanza presenta mayor resistencia de fitotoxicidad al herbicida profoxydim, ya que solamente 4.9, 3.8, 1.9 y 1.1 % (Figura 4 A).

En cuanto al factor dosis de herbicida, se evidencia diferencias estadísticas significativas en las cuatro épocas de evaluación, donde la dosis de 150 ml/ha del herbicida profoxydim denota ser superior frente a los demás, es decir, esta dosis ocasiona mayor fitotoxicidad al cultivo de arroz. Seguidamente se encuentra la dosis de 100 g/ha, con 21.1, 16.8, 12.3 y 8.4 % de fitotoxicidad; mientras que la dosis 60 g/ha presenta 16.2, 12.4, 7.4 y 3.3 % de fitotoxicidad; por tanto, con esta dosis se ocasiona un menor porcentaje de daño al cultivo. La dosis de 270 g/ha del herbicida cyhalofop-butyl, presenta los menores porcentajes, esto nos indica que el herbicida cyhalofop-butyl no ocasiona daños a las plantas de arroz, pese a aplicarse en altas dosis (Figura 4 B).

#### **4.4. Altura**

En la Tabla 14, se presenta el análisis de varianza de la altura de arroz a los 7, 35 y 63 días después de la aplicación (DDA). Donde a los 7 DDA no se muestran diferencias significativas a nivel de bloques, pero si a los 35 y 63 días. En los tratamientos, en las dos primeras evaluaciones se evidencian diferencias estadísticas altamente significativas; sin embargo, en la última fecha de evaluación no se muestran diferencias significativas. El factor A (variedades de arroz) y Factor B (dosis de herbicida), presentan diferencias altamente significativas a los 7 y 35 DDA, pero a los 63 DDA no presentan significancia. La interacción AxB denota alta significancia solamente a los 35 DDA, pero a los 7 y 63 DDA resulta no significativo por la prueba de F. Por otra parte, se obtuvieron buenos coeficientes de variación (8.39, 2.72 y 6.85 %).

En la Tabla 15, se presenta la comparación de medias por la prueba de Tuckey a los 7, 35 y 63 días después de la aplicación de los tratamientos. En la primera evaluación, a los 7 DDA, el tratamiento T10 alcanzó la mayor altura con 28.80 cm, seguidamente el T15 con 24.17 cm de altura, en estas dos parcelas se hizo la aplicación de una dosis de 270 g/ha del herbicida cyhalofop-butyl. Posteriormente se encuentran los tratamientos T1 y T11 (23.68 y 23.14 cm respectivamente), en estas parcelas no se aplicó ningún herbicida. Y la altura más

baja fue obtenido por el T14 con 20.31 cm, en esta parcela se aplicó 150 g/ha del herbicida profoxydim.

**Tabla 14.** Análisis de varianza de la altura de arroz a los 7, 35 y 63 DDA.

F.V.	GL	7 días			35 días			63 días		
		CM	F	Sig	CM	F	Sig	CM	F	Sig
Bloques	2	4,05	1,11	NS	10,55	4,64	S	627,41	13,92	S
Trat.	14	12,80	3,52	AS	35,65	15,70	AS	57,80	1,28	NS
A: Var.	2	19,66	5,41	AS	104,8	46,15	AS	87,03	1,93	NS
B: Dosis	4	24,7	6,79	AS	9,85	4,34	AS	74,89	1,66	NS
AxB	8	5,13	1,41	NS	31,26	13,77	AS	41,95	0,93	NS
Error exp.	28	3,64			2,27			45,09		
Total	44									
C.V. (%)			8,39			2,72			6,85	

A los 35 DDA, los tratamientos T15 y T7 fueron superiores frente a los demás, ya que alcanzaron 60.5 y 60.24 cm de altura respectivamente; mientras que la altura más baja se presentó en el T1 (INIA 509-La Esperanza / 60 g/ha profoxydim) con un valor de 49.34 cm.

En la tercera evaluación, a los 63 DDA, los tratamientos no presentan diferencias estadísticas significativas; sin embargo, el tratamiento T11 alcanzó la mayor altura con 105 cm, que corresponde a la variedad La Conquista, al cual no se aplicó herbicida. La altura más baja se obtuvo en el T4 (90.59 cm), donde se aplicó 150 ml/ha del herbicida profoxydim.

Asimismo, en la figura 5, se muestra el crecimiento de las plantas de arroz, en donde se evidencia que los herbicidas no ocasionaron efectos adversos en la altura en ninguna de las variedades. Dado que no influyó en el detenimiento del desarrollo fisiológico.

**Tabla 15.** Comparación de medias de Tuckey ( $\alpha=0,05$ ) de la altura de arroz (cm) a los 7, 35 y 63 DDA.

7 DDT			35 DDT			63 DDT		
Tratamiento	Medias	Sig.	Tratamiento	Medias	Significancia	Tratamiento	Medias	
T10	28,8	a	T15	60,5	a	T11	105	a
T15	24,17	a b	T7	60,24	a	T15	104,33	a
T1	23,68	a b	T6	58,45	a b	T7	102,64	a
T11	23,14	a b	T9	57,93	a b	T10	101,36	a
T8	23,08	a b	T10	57,85	a b	T6	101,27	a
T6	23,02	b	T8	56,86	a b c	T2	99,76	a
T5	23,02	b	T11	56,8	a b c	T14	99,72	a
T7	22,86	b	T3	56,18	a b c d	T9	98,75	a
T2	22,69	b	T4	55,52	b c d e	T1	96,48	a
T9	22,27	b	T14	54,39	b c d e	T5	96	a
T3	21,68	b	T5	52,53	c d e f	T13	94,34	a
T12	20,79	b	T13	52,09	d e f	T8	94,21	a
T4	20,71	b	T2	51,65	d e f	T3	93,73	a
T13	20,63	b	T12	50,98	e f	T12	93,15	a
T14	20,31	b	T1	49,34	f	T4	90,59	a

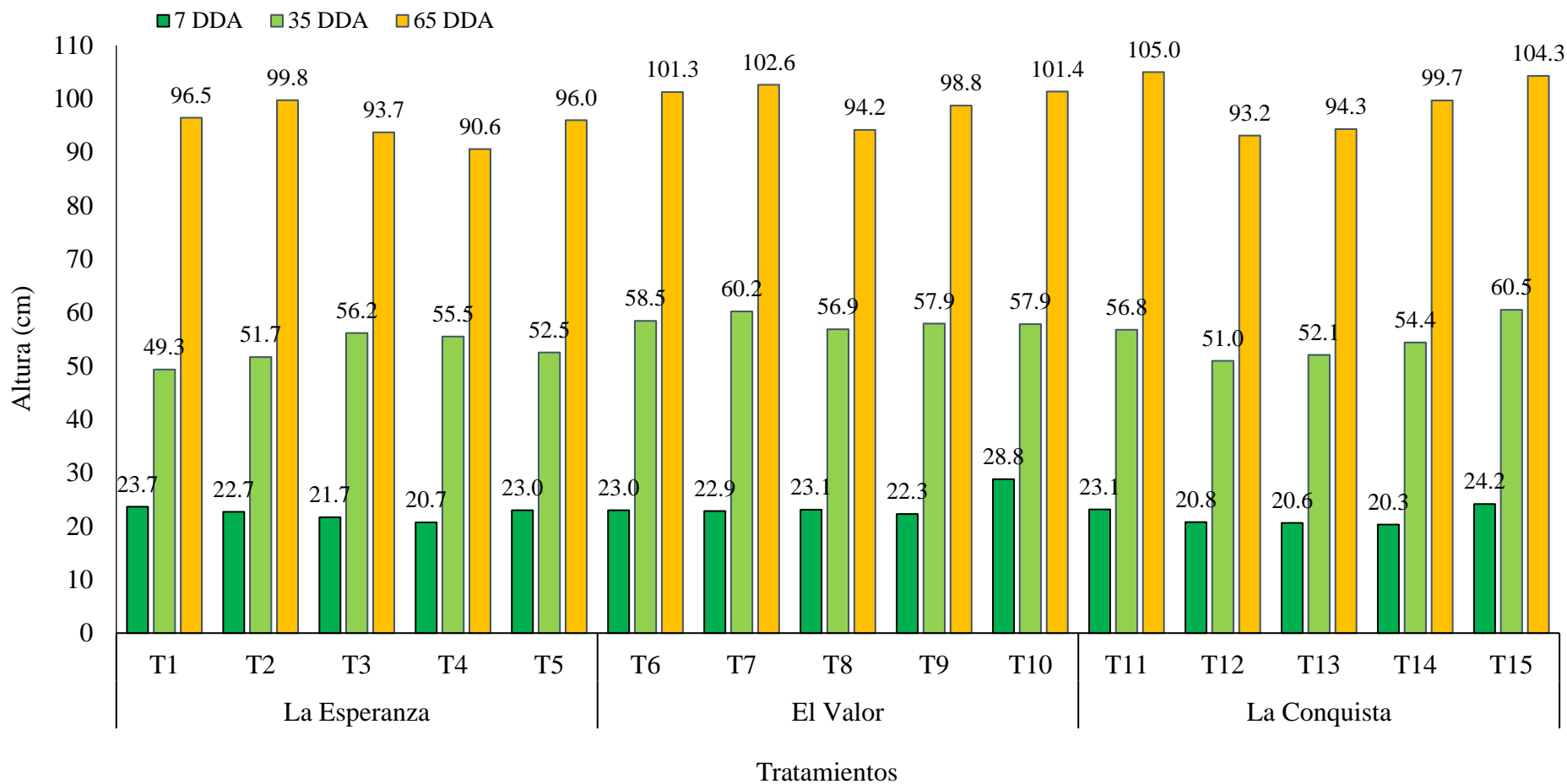
Tratamientos unidos por la misma letra, no existe significancia estadística.

T1 (INIA 509-La Esperanza / Testigo 1)  
 T2 (INIA 509-La Esperanza / 60 g/ha Profoxidim)  
 T3 (INIA 509-La Esperanza / 100 g/ha Profoxidim)  
 T4 (INIA 509-La Esperanza / 150 g/ha Profoxidim)  
 T5 (INIA 509-La Esperanza / 270 g/ha Cyhalofop-butyl)

T6 (HP10FL-El Valor / Testigo 2)  
 T7 (HP10FL-El Valor / 60 g/ha Profoxidim)  
 T8 (HP10FL-El Valor / 100 g/ha Profoxidim)  
 T9 (HP10FL-El Valor / 150 g/ha Profoxidim)  
 T10 (HP10FL-El Valor / 270 g/ha Cyhalofop-butyl)

T11 (INIA 507-La Conquista / Testigo 3)  
 T12 (INIA 507-La Conquista / 60 g/ha Profoxidim)  
 T13 (INIA 507-La Conquista / 100 g/ha Profoxidim)  
 T14 (INIA 507-La Conquista / 150 g/ha Profoxidim)  
 T15 (INIA 507-La Conquista / 270 g/ha Cyhalofop-butyl)





**Figura 5.** Altura arroz (cm) a los 7, 35 y 63 días después de la aplicación.

T1 (INIA 509-La Esperanza / Testigo 1)  
 T2 (INIA 509-La Esperanza / 60 g/ha Profoxidim)  
 T3 (INIA 509-La Esperanza / 100 g/ha Profoxidim)  
 T4 (INIA 509-La Esperanza / 150 g/ha Profoxidim)  
 T5 (INIA 509-La Esperanza / 270 g/ha Cyhalofop-butyl)

T6 (HP10FL-El Valor / Testigo 2)  
 T7 (HP10FL-El Valor / 60 g/ha Profoxidim)  
 T8 (HP10FL-El Valor / 100 g/ha Profoxidim)  
 T9 (HP10FL-El Valor / 150 g/ha Profoxidim)  
 T10 (HP10FL-El Valor / 270 g/ha Cyhalofop-butyl)

T11 (INIA 507-La Conquista / Testigo 3)  
 T12 (INIA 507-La Conquista / 60 g/ha Profoxidim)  
 T13 (INIA 507-La Conquista / 100 g/ha Profoxidim)  
 T14 (INIA 507-La Conquista / 150 g/ha Profoxidim)  
 T15 (INIA 507-La Conquista / 270 g/ha Cyhalofop-butyl)

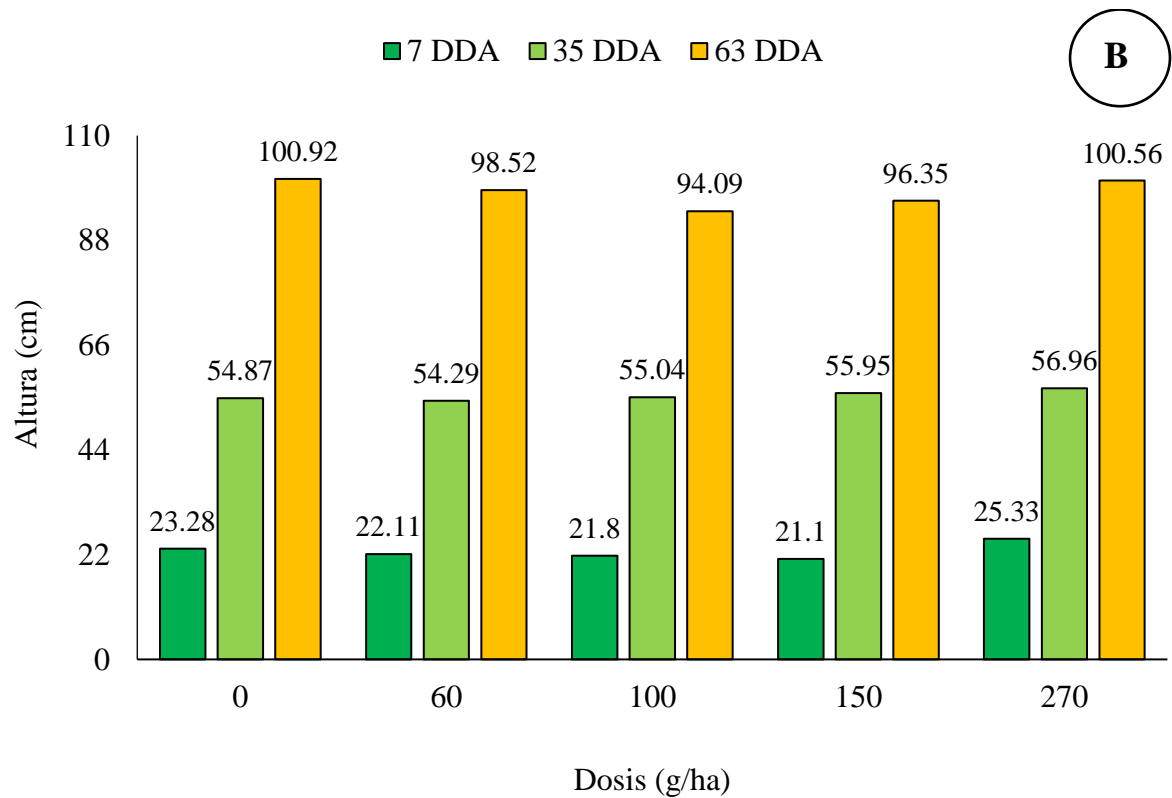
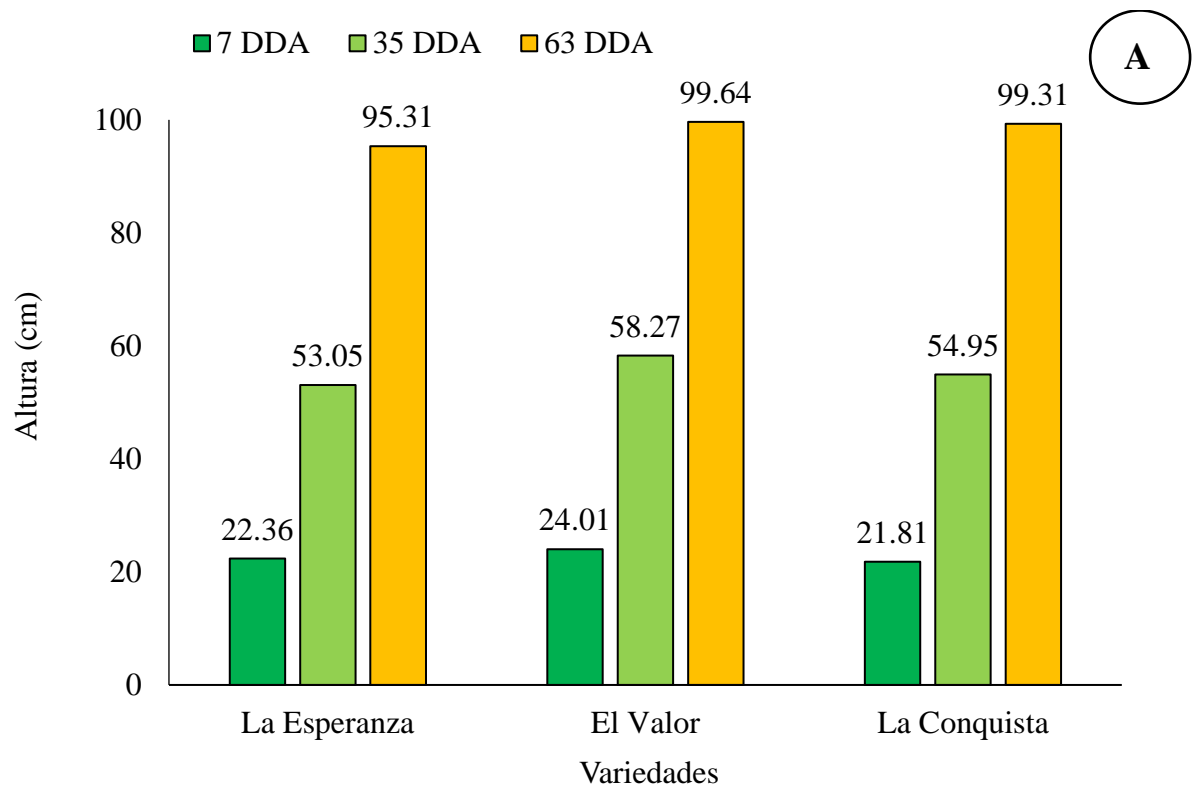
**Tabla 16.** Comparación de medias de Tuckey ( $\alpha=0,05$ ) de altura de arroz a los 7, 35 y 63 DDA, de los factores variedades y dosis de herbicida.

7 DDA			35 DDA			63 DDA		
Variedad	Medias	Sig	Variedad	Medias	Sig.	Variedad	Medias	
HP10FL	24,01	a	HP10FL	58,27	a	HP10FL	99,64	a
INIA 509	22,36	a b	INIA 507	54,95	b	INIA 507	99,31	a
INIA 507	21,81	b	INIA 509	53,05	c	INIA 509	95,31	a
Dosis (g/ha)	Medias	Sig	Dosis	Medias	Sig.	Dosis	Medias	
270	25,33	a	1500	56,96	a	0	100,92	a
0	23,28	a b	750	55,95	a b	1500	100,56	a
60	22,11	b	500	55,04	a b	300	98,52	a
100	21,8	b	0	54,87	b	750	96,35	a
150	21,1	b	300	54,29	b	500	94,09	a

Medias unidas por la misma letra, no existe significancia estadística.

En la Tabla 16, se presenta la prueba de comparación de medias de Tuckey ( $\alpha=0.05$ ) de altura de planta a los 7, 35 y 63 días después de la aplicación, para los factores variedades de arroz y dosis de herbicida. A los 7 y 35 DDA, se observa diferencias estadísticas significativas entre las variedades, donde la variedad HP10FL-El Valor fue superior a los demás. Por otra parte, a los 63 DDA, no se evidencia diferencias estadísticas significativas, sin embargo, la mayor altura presenta la variedad HP10FL con 99.64 cm, seguido por INIA 507-La Conquista con 99.31 cm e INIA 509-La Esperanza con 95.31cm (Figura 6 A).

En caso del factor dosis de herbicida, se evidencia diferencias estadísticas significativas en las dos primeras épocas de evaluación (7 y 35 DDA), donde la dosis de 270 g/ha del herbicida cyhalofop-butyl fue superior frente a los demás, con 25.3 y 56.99 cm respectivamente. Finalmente, a los 63 DDA no se evidencia diferencias estadísticas significativas entre las dosis aplicadas, sin embargo, donde no se aplicó ninguna dosis obtuvo la mayor altura (100.92 cm), seguido por la dosis 1500 ml/ha con 100.56 cm, luego la dosis 300 ml/ha con 98.52 cm, las dosis de 150 y 100 g/ha del herbicida profoxydim obtuvieron 96.35 y 94.09 cm respectivamente (Figura 6 B).



**Figura 6.** Altura del arroz a los 7, 35 y 63 días después de la aplicación: A. Variedades de arroz. B. Dosis de herbicida.

Estos resultados coinciden con lo obtenido por Rodríguez (2000), ya que no encontró diferencias estadísticas significativas en el parámetro de altura de las plantas de arroz, a los cuales se realizó un control químico de malezas, con aplicaciones de herbicidas pre y postemergentes. De acuerdo con JIRÓN (2007), quien sostiene que la altura de las plantas de arroz es una característica dirigida por factores genéticos principalmente, a pesar de ello, su crecimiento puede verse influenciado por condiciones ambientales adversas y de manejo agronómico del cultivo. Es por eso que, el mejoramiento genético en arroz, tiene como objetivo la adquisición de variedades con tallos cortos y fuertes, que impiden el volcamiento. Por otro lado, las variedades altas resultan ser más competitivas con las malezas.

#### 4.5. Macollos

En la Tabla 17, se presenta el análisis de varianza del número de macollos por metro cuadrado de arroz a los 120 días después del voleo, es decir al final del experimento. Los bloques presentan diferencias estadísticas significativas. Los tratamientos, factor A (variedades de arroz) y factor B (dosis de herbicida) evidencian alta significancia por la prueba de F; sin embargo, la interacción AxB, resulta ser no significativo. Además, se obtuvo un coeficiente de variación 4.19 % representando fiabilidad en los datos recolectados.

**Tabla 17.** Análisis de varianza del número de macollos por metro cuadrado de arroz a los 120 días después del voleo.

F.V.	GL	SC	CM	F	Sig
Bloques	2	865,26	432,63	3,87	S
Tratamientos	14	193012,94	13786,64	123,3	AS
A (Variedad)	2	157230,86	78615,43	703,1	AS
B (Dosis)	4	34467,2	8616,8	77,06	AS
AxB	8	1314,87	164,36	1,47	NS
Error experimental	28	3130,77	111,81		
Total	44	197008,97			

C.V. (%): 4,19

La Tabla 18 expone la comparación de promedios por la prueba de Tuckey del número de macollos/m<sup>2</sup>, en el cual los tratamientos T10, T6, T5, T8, T7, T2, T3 y T1 con valores de 319.64, 318.22, 310.04, 309.69, 308.31, 303.65, 303.29 y 299.73 respectivamente, fueron superiores a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento T14, obtuvo el menor

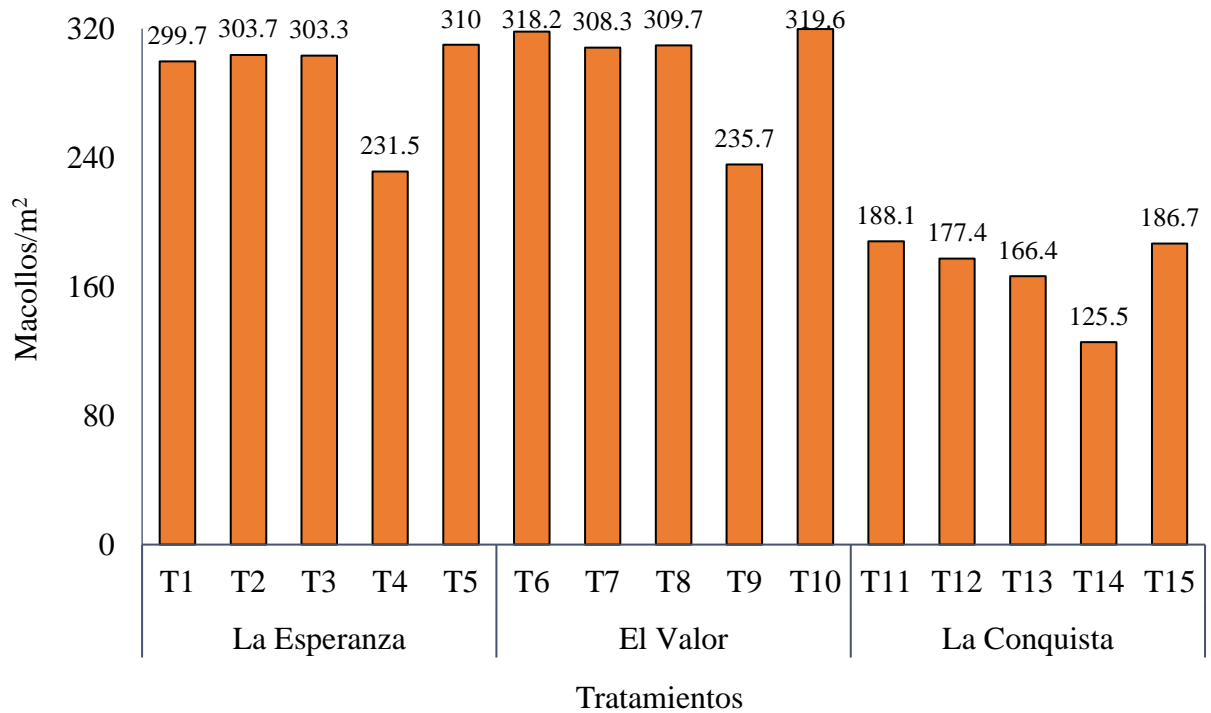
promedio con 125.51 macollos. Asimismo, se evidencia que los promedios varían de 125.51 a 319.64, correspondiendo al tratamiento T14 y T10 respectivamente, mientras que el promedio general del experimento fue 249.9 macollos/m<sup>2</sup>

**Tabla 18.** Comparación de medias de Tuckey ( $\alpha=0,05$ ) del número de macollos por metro cuadrado de arroz a los 120 días después del voleo.

Tratamientos	Medias	Significancia
T10 (HP10FL - El Valor / 270 g/ha Cyhalofop-butyl)	319,64	a
T6 (HP10FL - El Valor / Testigo 2)	318,22	a
T5 (INIA 509 - La Esperanza / 270 g/ha Cyhalofop-butyl)	310,04	a
T8 (HP10FL - El Valor / 100 g/ha Profoxidim)	309,69	a
T7 (HP10FL - El Valor / 60 g/ha Profoxidim)	308,31	a
T2 (INIA 509 - La Esperanza / 60 g/ha Profoxidim)	303,65	a
T3 (INIA 509 - La Esperanza / 100 g/ha Profoxidim)	303,29	a
T1 (INIA 509 - La Esperanza / Testigo 1)	299,73	a
T9 (HP10FL - El Valor / 150 g/ha Profoxidim)	235,73	b
T4 (INIA 509 - La Esperanza / 150 g/ha Profoxidim)	231,47	b
T11 (INIA 507 - La Conquista / Testigo 3)	188,09	c
T15 (INIA 507 - La Conquista / 270 g/ha Cyhalofop-butyl)	186,67	c
T12 (INIA 507 - La Conquista / 60 g/ha Profoxidim)	177,42	c
T13 (INIA 507 - La Conquista / 100 g/ha Profoxidim)	166,37	c
T14 (INIA 507 - La Conquista / 150 g/ha Profoxidim)	125,51	d

Tratamientos unidos por la misma letra, no existe significancia estadística.

Además, en la Figura 7, se evidencia que los tratamientos T4, T9 y T14, muestran diferencias estadísticas significativas al ser comparados con sus testigos absolutos (T1, T6 y T11 respectivamente). El T4 alcanzó 231.47 macollos/m<sup>2</sup> mientras que su testigo absoluto T1 obtuvo 299.73 macollos. El T9 presenta 235.73 macollos/m<sup>2</sup> mientras que su testigo absoluto T6 obtuvo 318.22 macollos. El T14 alcanzó 125.51 macollos/m<sup>2</sup> mientras que su testigo absoluto T11 obtuvo 188.09 macollos. En los tres tratamientos T4, T9 y T14, se aplicó una dosis de 150 g/ha del herbicida profoxydim, por tanto, la aplicación de esta dosis causa disminución del número de macollos en el cultivo de arroz.



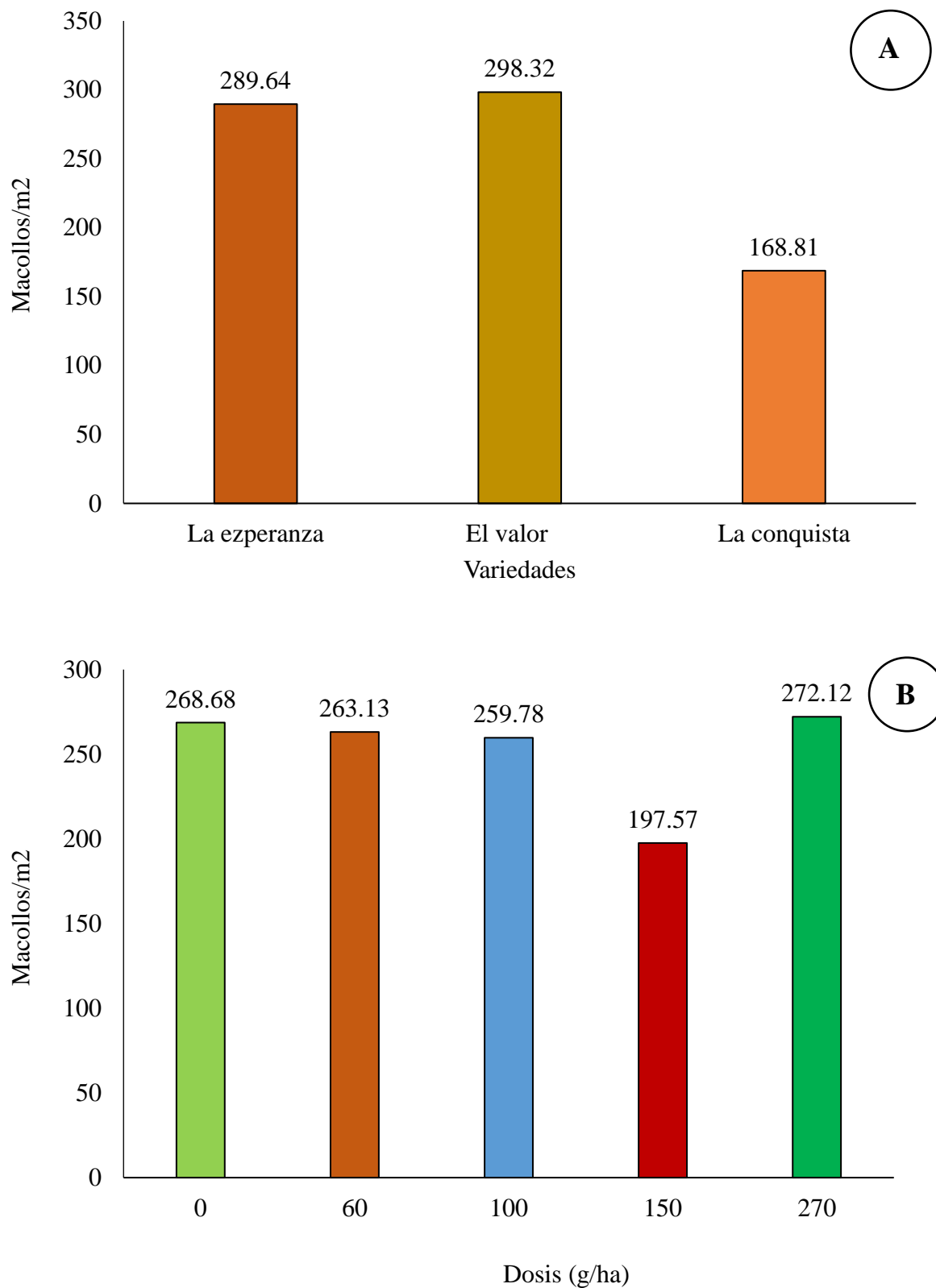
**Figura 7.** Número de macollos por metro cuadrado a los 120 días después del voleo.

T1 (INIA 509-La Esperanza / Testigo 1)	T9 (HP10FL-El Valor / 150 g/ha Profoxidim)
T2 (INIA 509-La Esperanza / 60 g/ha Profoxidim)	T10 (HP10FL-El Valor / 270 g/ha Cyhalofop-butyl)
T3 (INIA 509-La Esperanza / 100 g/ha Profoxidim)	T11 (INIA 507-La Conquista / Testigo 3)
T4 (INIA 509-La Esperanza / 150 g/ha Profoxidim)	T12 (INIA 507-La Conquista / 60 g/ha Profoxidim)
T5 (INIA 509-La Esperanza / 270 g/ha Cyhalofop-butyl)	T13 (INIA 507-La Conquista / 100 g/ha Profoxidim)
T6 (HP10FL-El Valor / Testigo 2)	T14 (INIA 507-La Conquista / 150 g/ha Profoxidim)
T7 (HP10FL-El Valor / 60 g/ha Profoxidim)	T15 (INIA 507-La Conquista / 270 g/ha Cyhalofop-butyl)
T8 (HP10FL-El Valor / 100 g/ha Profoxidim)	

**Tabla 19.** Comparación de medias de Tuckey ( $\alpha=0,05$ ) del número de macollos a los 120 días después del voleo, de los factores variedades y dosis de herbicida.

Variedad	Promedios	Significancia
HP10FL - El Valor	298,32	a
INIA 509 - La Esperanza	289,64	a
INIA 507 - La Conquista	168,81	b
Dosis (g/ha)	Promedios	Significancia
270	272,12	a
0	268,68	a
60	263,13	a
100	259,78	a
150	197,57	b

Medias unidas por la misma letra, no existe significancia estadística.



**Figura 8.** Número de macollos por metro cuadrado a los 120 días después del voleo: A. Variedades de arroz. B. Dosis de herbicida.

En la Tabla 19, se presenta la prueba de comparación de medias de Tuckey ( $\alpha=0.05$ ) del número de macollos a los 120 días después del voleo (o 99 días después de la aplicación de los herbicidas), para los factores variedades de arroz y dosis de herbicida. La variedad HP10FL-El Valor e INIA 509-La Esperanza, no presentan diferencias estadísticas significativas, ya obtuvieron 298.32 y 289.64 macollos/m<sup>2</sup> respectivamente; sin embargo, INIA 507-La Conquista resulta ser diferente e inferior al obtener solamente 168.81 macollos/m<sup>2</sup> (Figura 8 A).

En cuanto al factor dosis de herbicida, solamente la aplicación del herbicida profoxydim a razón de 150 g/ha, resulta estadísticamente diferente a los demás ya que obtuvo 197.57 macollos/m<sup>2</sup>, es decir esta dosis causa disminución en los macollos (Figura 10 B).

#### 4.6. Rendimiento

En la Tabla 20, se exhibe el análisis de varianza del rendimiento de arroz, donde se refleja diferencia significativa a nivel de bloques y altamente significativo en los tratamientos, factor A (variedades de arroz), factor B (dosis de herbicida) y la interacción AxB. Asimismo, se obtuvo un buen coeficiente de variación de 2.11 %, ratificando confiabilidad de los datos.

**Tabla 20.** Análisis de varianza del rendimiento de arroz (kg/ha).

F.V.	GL	SC	CM	F	Sig
Bloques	2	101895,51	50947,76	3,73	S
Tratamientos	14	68258506,98	4875607,64	356,93	AS
A (Variedades)	2	50082359	25041180	1833,18	AS
B (Dosis)	4	16871599	4217899,8	308,78	AS
AxB	8	1304548,5	163068,57	11,94	AS
Error experimental	28	382479,82	13659,99		
Total	44	68742882,31			

C.V. (%): 2.11

De la Tabla 21, se observa que existe diferencias significativas entre los tratamientos por la prueba de comparación de medias de Tuckey en el rendimiento del cultivo de arroz. El tratamiento T1 (INIA 509-La Esperanza / Testigo 1) fue superior al resto, ya que alcanzó 7399 kg/ha de rendimiento, Seguido por los tratamientos T6, T5 y T2, con 6770.33, 6758.67 y 6702.33 kg/ha respectivamente. Mientras que los rendimientos más bajos fueron

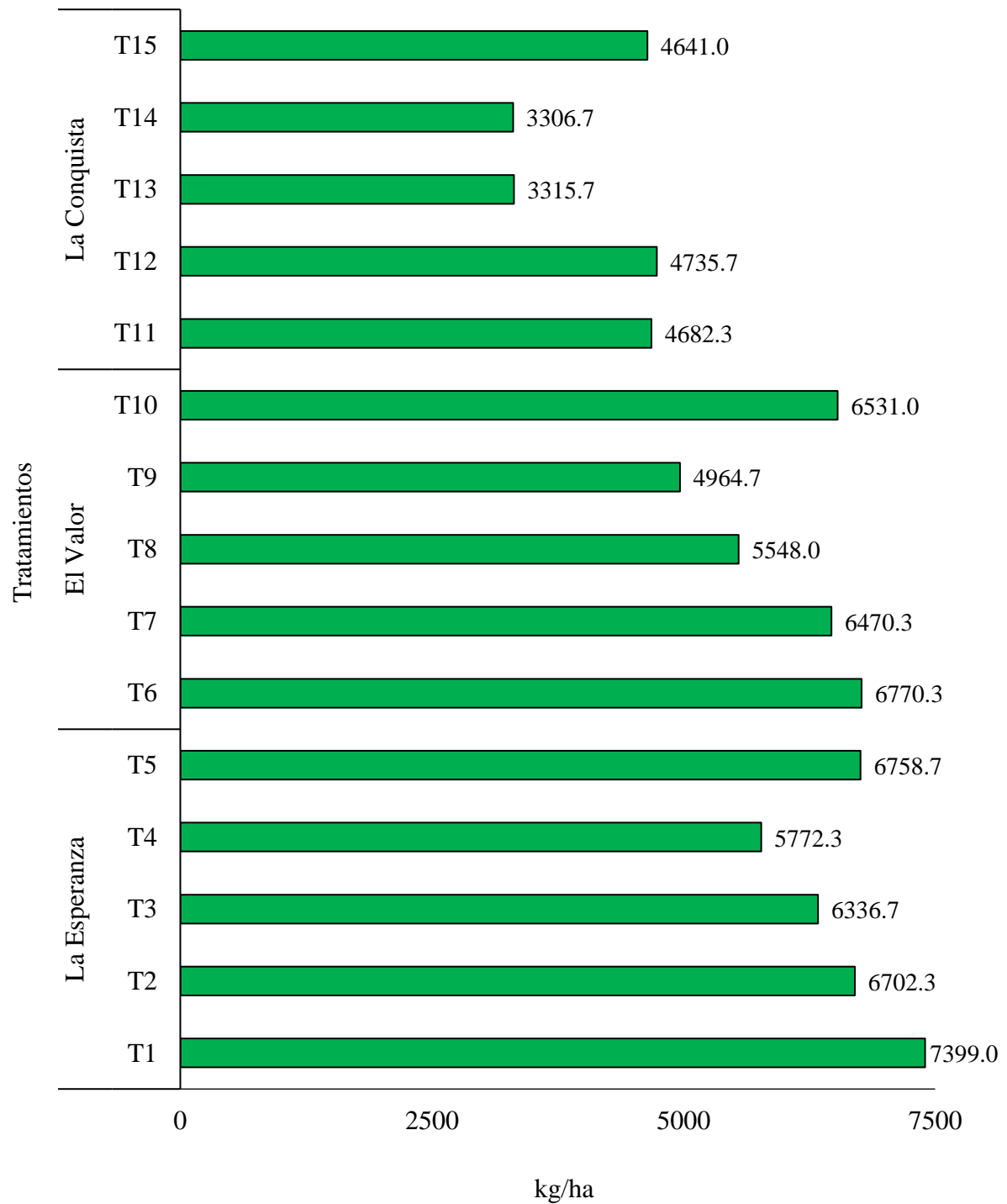


obtenidos por los tratamientos T13 y T14 (3315.76 y 3306.67 kg/ha respectivamente), ambos corresponden a la variedad INIA507-La Conquista donde se aplicaron 100 y 150 g/ha del herbicida profoxydim respectivamente. El rendimiento promedio del experimento fue 5595.64 kg/ha (Figura 9). Lavecchia y Marchesi (2009), obtuvieron muy buenos resultados en el control de malezas con la aplicación del herbicida profoxidim, acompañado de muy buenos rendimientos de grano de arroz.

**Tabla 21.** Comparación de medias de Tuckey ( $\alpha=0,05$ ) del rendimiento de arroz (kg/ha).

Tratamientos	Medias	Significancia
T1 (INIA 509 - La Esperanza / Testigo 1)	7399	a
T6 (HP10FL - El Valor / Testigo 2)	6770,33	b
T5 (INIA 509 - La Esperanza / 270 g/ha Cyhalofop-butyl)	6758,67	b
T2 (INIA 509 - La Esperanza / 60 g/ha Profoxidim)	6702,33	b
T10 (HP10FL - El Valor / 270 g/ha Cyhalofop-butyl)	6531	b c
T7 (HP10FL - El Valor / 60 g/ha Profoxidim)	6470,33	b c
T3 (INIA 509 - La Esperanza / 100 g/ha Profoxidim)	6336,67	c
T4 (INIA 509 - La Esperanza / 150 g/ha Profoxidim)	5772,33	d
T8 (HP10FL - El Valor / 100 g/ha Profoxidim)	5548	d
T9 (HP10FL - El Valor / 150 g/ha Profoxidim)	4964,67	e
T12 (INIA 507 - La Conquista / 60 g/ha Profoxidim)	4735,67	e
T11 (INIA 507 - La Conquista / Testigo 3)	4682,33	e
T15 (INIA 507 - La Conquista / 270 g/ha Cyhalofop-butyl)	4641	e
T13 (INIA 507 - La Conquista / 100 g/ha Profoxidim)	3315,67	f
T14 (INIA 507 - La Conquista / 150 g/ha Profoxidim)	3306,67	f

Tratamientos unidos por la misma letra, no existe significancia estadística.



**Figura 9.** Rendimiento del arroz (kg/ha) de los tratamientos en estudio.

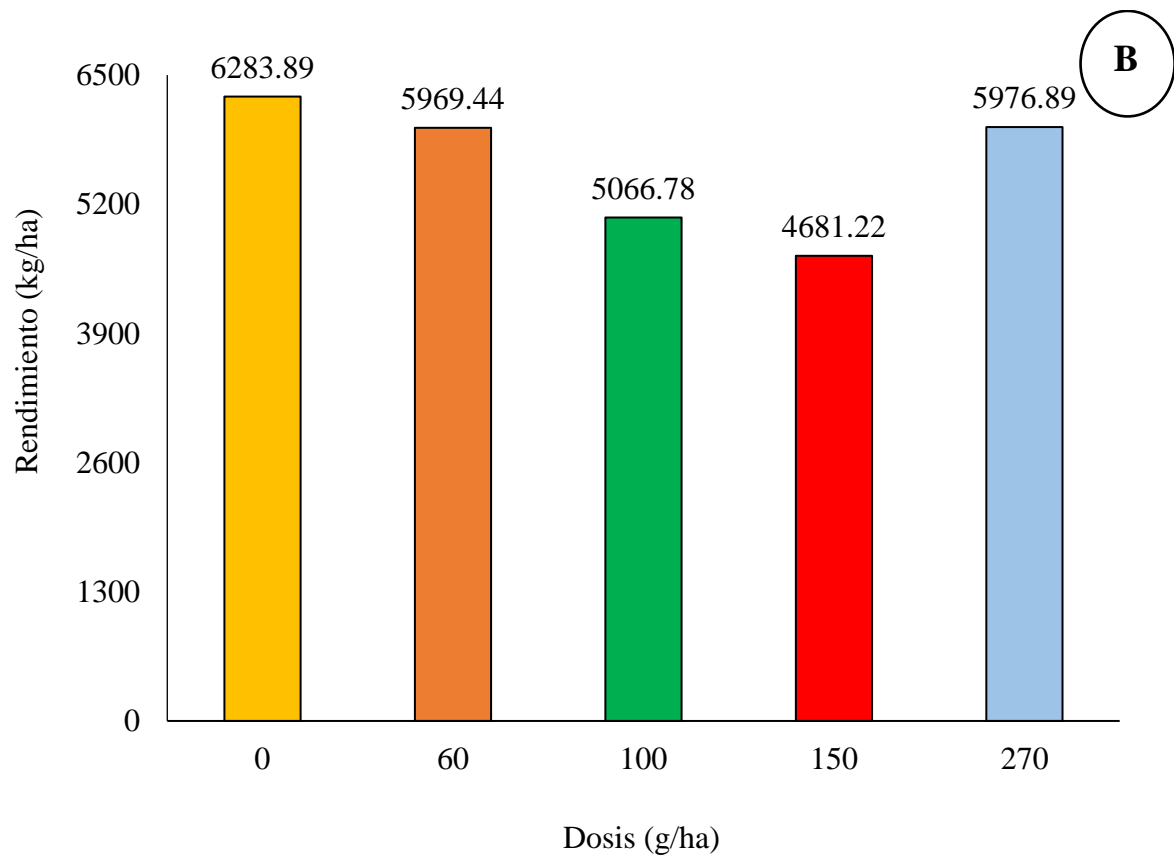
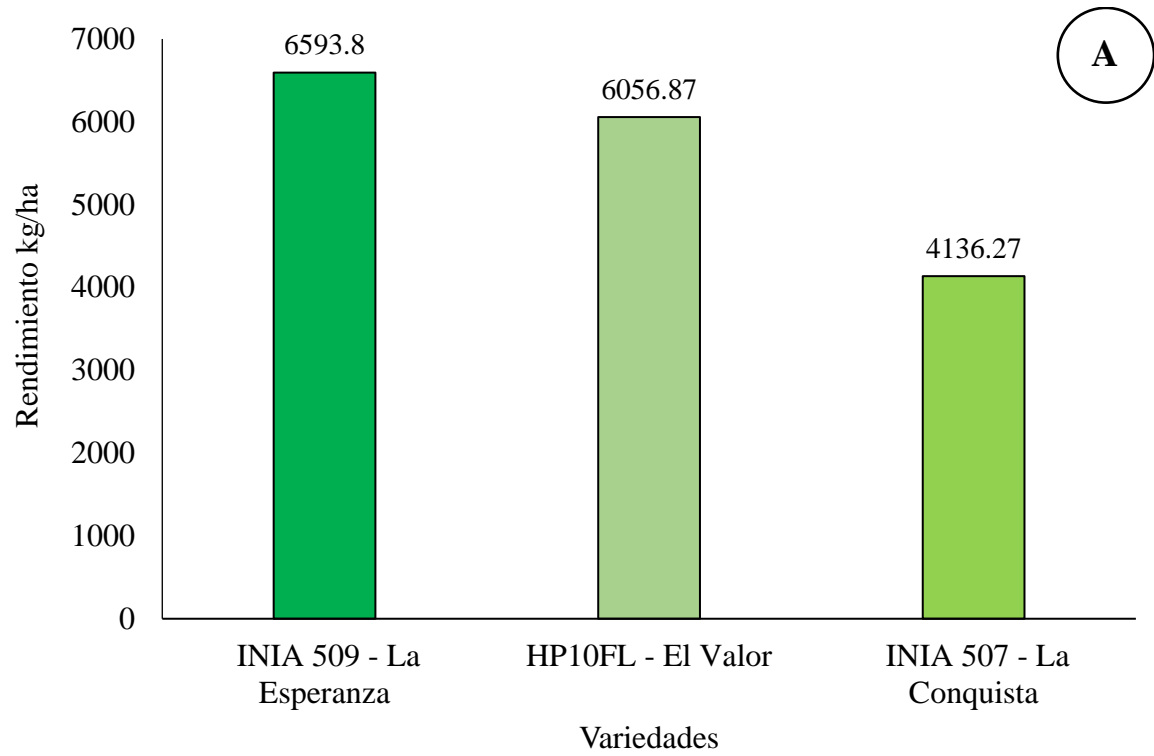
T1 (INIA 509-La Esperanza / Testigo 1)	T9 (HP10FL-El Valor / 150 g/ha Profoxidim)
T2 (INIA 509-La Esperanza / 60 g/ha Profoxidim)	T10 (HP10FL-El Valor / 270 g/ha Cyhalofop-butyl)
T3 (INIA 509-La Esperanza / 100 g/ha Profoxidim)	T11 (INIA 507-La Conquista / Testigo 3)
T4 (INIA 509-La Esperanza / 150 g/ha Profoxidim)	T12 (INIA 507-La Conquista / 60 g/ha Profoxidim)
T5 (INIA 509-La Esperanza / 270 g/ha Cyhalofop-butyl)	T13 (INIA 507-La Conquista / 100 g/ha Profoxidim)
T6 (HP10FL-El Valor / Testigo 2)	T14 (INIA 507-La Conquista / 150 g/ha Profoxidim)
T7 (HP10FL-El Valor / 60 g/ha Profoxidim)	T15 (INIA 507-La Conquista / 270 g/ha Cyhalofop-butyl)
T8 (HP10FL-El Valor / 100 g/ha Profoxidim)	

**Tabla 22.** Comparación de medias de Tuckey ( $\alpha=0,05$ ) del rendimiento de arroz, de los factores variedades y dosis de herbicida.

<b>Variedad</b>	<b>Medias</b>	<b>Significancia</b>
INIA 509 - La Esperanza	6593,8	a
HP10FL - El Valor	6056,87	b
INIA 507 - La Conquista	4136,27	c
<b>Dosis (g/ha)</b>	<b>Medias</b>	<b>Significancia</b>
0	6283,89	a
270	5976,89	b
60	5969,44	b
100	5066,78	c
150	4681,22	d

Medias unidas por la misma letra, no existe significancia estadística.

En la Tabla 22, se presenta la prueba de comparación de medias de Tuckey ( $\alpha=0.05$ ) de rendimiento para los factores: variedades de arroz y dosis de herbicida. Las variedades presentan diferencias estadísticas significativas, donde INIA 509-La Esperanza denota ser superior con 6593.8 kg/ha, seguido por HP10FL-El Valor con 6056.87 kg/ha e INIA 507-La Conquista presenta el menor rendimiento con 4136.27 kg/ha (Figura 10 A). En cuanto al factor dosis de herbicida, se evidencia diferencias estadísticas significativas. En parcelas donde no se aplicó ninguna dosis del herbicida se obtuvo el rendimiento más alto con un valor de 6283.89 kg/ha en promedio. A continuación, se encuentra la dosis de 270 g/ha del herbicida cyhalofop-butyl y 60 g/ha del herbicida profoxydim quienes presentan rendimientos similares y no son diferentes estadísticamente, con 5976.89 y 5969.44 kg/ha. Luego la dosis de 100 g/ha profoxydim, con un rendimiento 5066.78 kg/ha; por otro lado, el rendimiento mínimo de 4681.22 kg/ha fue obtenido en la dosis de 150 g/ha del herbicida profoxydim, es decir esta dosis causó una disminución en rendimiento del cultivo de arroz (Figura 10 B).



**Figura 10.** Rendimiento del arroz (kg/ha): A. Variedades de arroz. B. Dosis de herbicida.

#### 4.7. Rentabilidad

En la Tabla 23, se expone el sumario de los costos y análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio. El mayor B/C se obtuvo en el tratamiento T2 con un valor de 1.86, lo cual nos indica que por cada sol de inversión se obtendrá 0.86 soles de ganancia neta, generando una utilidad neta de S/ 3100.33. Luego se encuentra el tratamiento T5 con 0.84 de índice de rentabilidad y un B/C de 1.84 (S/ 3078.67 utilidad neta). Seguidamente se encuentra el tratamiento T3, con una utilidad neta de S/ 2666.67, 0.73 de índice de rentabilidad y un B/C 1.73. Los tratamientos T4, T7 y T10 obtuvieron un B/C de 1.54, 1.53 y 1.51 respectivamente.

Por otra parte, los tratamientos testigos T1, T6 y T11 obtuvieron un índice negativo de rentabilidad (-0.94, -0.95 y -0.96 respectivamente), denotando grandes pérdidas económicas, esto es debido, a que en estas parcelas se emplearon un mayor número de jornales en el control de malezas, lo cual hace inviable el control manual en el cultivo de arroz.

Estos resultados se obtuvieron considerando los siguientes parámetros:

Costo de venta	: rendimiento (kg/ha) x precio
Precio kg La Esperanza	: S/ 1,00
Precio kg El Valor	: S/ 0,85
Precio kg La Conquista	: S/ 1,15
Utilidad neta	: Ingreso bruto - costo de producción
Índice de rentabilidad	: utilidad neta / costo de producción
Beneficio costo	: Ingreso bruto / costo de producción

**Tabla 23.** Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio.

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Ingreso bruto (Soles/ha)	Costo producción (Soles/ha)	Utilidad neta (Soles/ha)	Índice de rentabilidad	B/C
T1	7399,00	7399,00	123500	-116101,00	-0,94	0,06
T2	6702,33	6702,33	3602	3100,33	0,86	1,86
T3	6336,67	6336,67	3670	2666,67	0,73	1,73
T4	5772,33	5772,33	3755	2017,33	0,54	1,54
T5	6758,67	6758,67	3680	3078,67	0,84	1,84
T6	6770,33	5754,78	123500	-117745,22	-0,95	0,05
T7	6470,33	5499,78	3602	1897,78	0,53	1,53
T8	5548,00	4715,80	3670	1045,80	0,28	1,28
T9	4964,67	4219,97	3755	464,97	0,12	1,12
T10	6531,00	5551,35	3680	1871,35	0,51	1,51
T11	4682,33	5384,68	123500	-118115,32	-0,96	0,04
T12	4735,67	5446,02	3602	1844,02	0,51	1,51
T13	3315,67	3813,02	3670	143,02	0,04	1,04
T14	3306,70	3802,71	3755	47,70	0,01	1,01
T15	4641,00	5337,15	3680	1657,15	0,45	1,45

T1 (INIA 509-La Esperanza / Testigo 1)  
T2 (INIA 509-La Esperanza / 60 g/ha Profoxidim)  
T3 (INIA 509-La Esperanza / 100 g/ha Profoxidim)  
T4 (INIA 509-La Esperanza / 150 g/ha Profoxidim)  
T5 (INIA 509-La Esperanza / 270 g/ha Cyhalofop-butyl)

T6 (HP10FL-El Valor / Testigo 2)  
T7 (HP10FL-El Valor / 60 g/ha Profoxidim)  
T8 (HP10FL-El Valor / 100 g/ha Profoxidim)  
T9 (HP10FL-El Valor / 150 g/ha Profoxidim)  
T10 (HP10FL-El Valor / 270 g/ha Cyhalofop-butyl)

T11 (INIA 507-La Conquista / Testigo 3)  
T12 (INIA 507-La Conquista / 60 g/ha Profoxidim)  
T13 (INIA 507-La Conquista / 100 g/ha Profoxidim)  
T14 (INIA 507-La Conquista / 150 g/ha Profoxidim)  
T15 (INIA 507-La Conquista / 270 g/ha Cyhalofop-butyl)

## V. CONCLUSIONES

1. En el efecto control se determinó que los mejores tratamientos fueron T4 (INIA 509-La Esperanza / 150 g/ha Profoxidim), T9 (HP10FL - El Valor / 150 g/ha Profoxidim) y T14 (Valor e INIA 507 - La Conquista / 150 g/ha Profoxidim); por tanto, la aplicación del herbicida profoxidim a una dosis de 150 g/ha ejerció un excelente efecto con más del 91 % de control, después de los 60 días de la aplicación en las tres variedades de arroz.
2. El herbicida profoxidim genera fitotoxicidad en las variedades: INIA 507 - La Conquista y HP10FL - El Valor, mientras que, la variedad INIA 509-La Esperanza presenta tolerancia. Además, la dosis de 150 g/ha genera el mayor efecto fitotóxico en el cultivo hasta los 28 días después de la aplicación.
3. El mayor rendimiento se obtuvo en la variedad INIA 509 – La Esperanza (6593.8 kg/ha). Las dosis de 100 y 150 g/ha del herbicida profoxidim causan una disminución en el rendimiento del cultivo de arroz.
4. En el análisis económico se determinó que el tratamiento T2 (INIA 509-La Esperanza - 60 g/ha profoxidim) obtuvo el mayor beneficio costo de 1.86.

## **VI. PROPUESTAS A FUTURO**

1. Realizar pruebas de control de malezas con el herbicida profoxidim en diferentes localidades y con otras variedades de arroz cultivadas en el país.
2. Realizar aplicaciones del herbicida profoxidim para el control de malezas en el cultivo de arroz en las variedades INIA 509-La Esperanza e HP10FL - El Valor.
3. Recomendar la prueba de fitotoxicidad hasta obtener una dosis adecuada para aplicar a variedades susceptibles al herbicida (hacer ensayos con diferentes dosis del herbicida en las variedades valor y conquista con la finalidad de encontrar la dosis optima que no cause efectos fitotóxicos y no afecte al rendimiento.
4. Hacer pruebas de aplicación con una máquina de aspersión y atomizadora.



## VII. REFERENCIAS

1. Asociación Latinoamericana de Malezas. (1974). *Resumen del panel sobre método de evaluación de control de malezas en Latinoamérica*. II. Congreso. Cali, Colombia.
2. Basf. (2020). Ficha técnica herbicida Aura. <https://agriculture.basf.com/ar/es/proteccion-de-cultivos-y-semillas/productos/aura.html>
3. Chanya, M., Somsak, S., Xiao-qi, Z., y Stephen, P. (2005). Resistance to ACCase-inhibiting herbicides in sprangletop (*Leptochloa chinensis*). *Weed science*, 53(3), 290-295. <https://pubag.nal.usda.gov/catalog/1309390>
4. Drokasa. 2020. Ficha técnica del herbicida Nadal. <http://drokasa.pe/application/webroot/imgs/catalogo/pdf/Ficha%20Tecnica-NADAL.pdf>
5. Eisert R., Jackson, S. y Krotzky, A. (2001). Application of on-site solid-phase microextraction in aquatic dissipation studies of profoxydim in rice. *Journal of Chromatography*, 909(1), 29-36. [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(00\)01026-8](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(00)01026-8)
6. Fernández, A. (2017). *Evaluación del comportamiento de dos variedades y seis líneas introducidas de arroz bajo riego en Uchiza*. [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1421>
7. González, N. y Zamorano, D. (2009). *El cultivo de arroz*. [http://www.sap.uchile.cl/descargas/fisiogenetica/fisiologia\\_del\\_arroz.pdf](http://www.sap.uchile.cl/descargas/fisiogenetica/fisiologia_del_arroz.pdf)
8. Guzmán, B. 2006. *Manejo agronómico del cultivo de arroz sembrado bajo riego en finca ranchos horizonte*. <https://bit.ly/3zLHpwn>
9. Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2008). *Arroz INIA 507 “La Conquista”*. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/632>
10. Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2010). *Arroz INIA 509 “La Esperanza”*. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/673>
11. Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuarias. (2007). *Manual del cultivo de arroz*.
12. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2009). *Memoria técnica*. <http://inta.gob.ar/documentos/memoria-tecnica-2009-2010>

13. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2012). *Guía tecnológica del cultivo de arroz*.  
<http://www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/guias/Guia%20Tecnica%20de%20ARROZ%202012.pdf>
14. Jirón, F. (2007). *Evaluación de dosis del herbicida pyribenxozim aplicados en post emergencia temprana, para el control de arvenses en época seca en el cultivo de arroz*. Managua, Nicaragua [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/2010/>
15. Klingman, A. (1986). *Estudio de las plantas nocivas, principios y prácticas*. Editorial Limusa, México.
16. Lainez, J. (2003). *Manual técnico para el cultivo de arroz*.  
<https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-cultivo-del-arroz.pdf>
17. Lavecchia, A. y Marchesi, C. (2009). *Evaluación de herbicidas para el control de Echinochloa spp. en las zonas centro y norte de Tacuarembó*.  
[http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/12551/1/652p 12-23.pdf](http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/12551/1/652p%2012-23.pdf)
18. Marchesi, C. y Lavecchia, A. (2011). *Evaluación del efecto del herbicida profoxidim sobre el cultivar INIA Olimar*. Tacuarembó.  
[http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/12550/1/652p 6-11.pdf](http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/12550/1/652p%206-11.pdf)
19. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (4 de mayo de 2021). Sector agrario-Arroz.  
<https://www.midagri.gob.pe/portal/26-sector-agrario/arroz>
20. Morán, (2012). *Cultivo de arroz, requerimientos edafoclimáticos*. <https://bit.ly/3zcrveC>
21. Morera, F. (2017). *Alternativas en el combate químico de Ischaemum rugosum resistente a bispiribac sodio* [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad de Costa Rica].  
<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/xmlui/handle/123456789/4881>
22. Muñoz, R. y Pitty, A. (1994). *Guía Fotográfica para la Identificación de Malezas: Parte I*. Zamorano, Honduras. <https://bit.ly/3zQTqAR>
23. Muñoz, S. (2009). *Estudio de prefactibilidad para la producción y comercialización de arroz* [Tesis Ing. Agro empresas, Universidad de San Francisco de Quito].  
<https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/954>
24. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (20 de julio de 2021). *Manejo de malezas en cereales*.  
<http://www.fao.org/3/t1147s/t1147s0h.htm>

25. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (20 de julio de 2021). *Recomendaciones para el manejo de malezas*. <http://www.fao.org/3/a0884s/a0884s.pdf>
26. Ortiz, A., Moreno, J., Matheus, R., López, L., Torres, S., Zambrano, C., Quintana, Y., Pérez P. y Fischer A. (2015). Estado actual de la resistencia de *Ischaemum rugosum*, al herbicida profoxidim en Venezuela. *Revista Facultad de Agronomía*, 32,21-40. [https://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/enero\\_marzo2015/v32n1a20152140.pdf](https://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/enero_marzo2015/v32n1a20152140.pdf)
27. Páez, O. y Almeida N. (1994). *Control integrado de malezas en arroz bajo riego en el estado portuguesa*. <http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/Agronomia%20Tropical/at4402/Artl/paezo.htm>
28. Páez, O. (1991). *El Cultivo de arroz: Densidad de siembra, control de malezas y Fertilización*. <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd36/texto/cultivodelarroz.htm>
29. Pardo, G., Marí, A., Fernández, S., García, C., Hernández S., Zaragoza C. y Cirujeda, A. (2015). Alternativas al penoxsulam para control de *Echinochloa* spp. y ciperáceas en cultivo de arroz. *ITEA*, 111(4), 295-309. <http://hdl.handle.net/10532/3105>
30. Pavón, D. (1992). *Evaluación cualitativa de fototoxicidad de HOECOL*. Hoechst. Colombia.
31. Peñaherrera, L. (2007). *Manual del cultivo de arroz*. Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuarias. Guayas, Ecuador.
32. Pitty, A. y Molina, R. (1998). *Guía Fotográfica para la Identificación de Malezas: Parte II*. Zamorano, Honduras. <https://bit.ly/2ZyYugJ>
33. Rodríguez, E. (2000). *Efecto de seis herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz variedad 'capirona' bajo riego* [Tesis Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/483>
34. Salazar, L. (2019). Reconocimiento fenotípico de plántulas de malezas comunes en Panamá. *Revista Investigaciones Agropecuarias*, (1), 1-6. <https://bit.ly/3yhSjdi>
35. Sánchez, P., Kubitzka, J., Dohmen, G. y Tarazona, J. 2006. Aquatic risk assessment of the new rice herbicide profoxydim. *Contaminación ambiental*, 142:181-189. [En línea]: (<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2005.08.076>, 20 Jun 2021).

36. Sandin, P., Villarroya, M., López, C., Patiño, M., Alonso, J. y Santín, M. (2017). Comportamiento químico del herbicida profoxidim y su formulado AURA. Efecto en *Echinochloa crus-galli*. *Sociedad Española de Malherbología*, 299-304. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6248224>
37. Santín, M., Jiménez, J., Ocaña, L. y Sánchez, F. (2013). Effects of sprout cutting plus systemic herbicide application on the initial growth of giant reed. *Revista de ciencias ambientales y salud*, 48 (4), 285-290. <https://doi.org/10.1080/03601234.2013.743784>
38. Hacienda el Potrero. 2017. *Descripción varietal HP102FL - El Valor*.
39. Terralia. 2020. *Vademécum de los productos fitosanitarios y nutricionales: Profoxidim*. <https://bit.ly/3eSi6RS>

## ANEXOS

**Tabla 24.** Datos del % control de malezas en el cultivo de arroz a los 15 DDA

Tratamientos	Bloques			Promedio
	I	II	III	
T1	50	54	55	53
T2	61	62	61	61.33
T3	88	87	87	87.33
T4	100	99	100	99.67
T5	65	60	64	63
T6	53	54	50	52.33
T7	60	65	68	64.33
T8	85	84	86	85
T9	100	100	99	99.67
T10	61	50	60	57
T11	52	53	51	52
T12	66	62	60	62.67
T13	87	88	86	87
T14	100	98	100	99.33
T15	67	65	60	64

**Tabla 25.** Datos del % control de malezas en el cultivo de arroz a los 30 DDA

Tratamientos	Bloques			Promedio
	I	II	III	
T1	44	43	44	43.67
T2	62	65	66	64.33
T3	86	87	88	87
T4	99	98	99	98.67
T5	62	60	64	62
T6	45	43	43	43.67
T7	66	67	69	67.33
T8	86	80	85	83.67
T9	98	100	99	99
T10	62	58	60	60
T11	43	43	44	43.33
T12	60	61	65	62
T13	81	88	88	85.67
T14	99	98	99	98.67
T15	61	65	63	63

**Tabla 26.** Datos del % control de malezas en el cultivo de arroz a los 45 DDA

Tratamientos	Bloques			Promedio
	I	II	III	
T1	37	38	39	38
T2	68	67	69	68
T3	88	87	88	87.67
T4	99	97	98	98
T5	62	61	60	61
T6	38	37	37	37.33
T7	67	60	61	62.67
T8	80	86	83	83
T9	98	99	98	98.33
T10	65	68	69	67.33
T11	38	39	39	38.67
T12	64	62	63	63.
T13	81	86	87	84.67
T14	98	98	97	97.67
T15	60	58	56	58

**Tabla 27.** Datos del % control de malezas en el cultivo de arroz a los 60 DDA

Tratamientos	Bloques			Promedio
	I	II	III	
T1	33	33	30	32
T2	67	68	60	65
T3	86	86	85	85
T4	98	98	98	98
T5	58	60	54	57.33
T6	30	29	34	31
T7	64	65	61	63.33
T8	82	86	87	85
T9	98	98	96	97.33
T10	62	67	52	60.33
T11	30	30	27	29
T12	62	63	67	64
T13	80	86	88	84.67
T14	97	99	98	98
T15	60	53	55	56

**Tabla 28.** Datos del % fitotoxicidad del arroz a los 7 después de aplicación.

Tratamientos	Bloques			Promedio
	I	II	III	
T1	0	0	0	0
T2	3.67	3.33	4.33	3.78
T3	7.67	8.33	5	7
T4	10	9.67	9.67	9.78
T5	1.67	3.33	6.67	3.89
T6	0	0	0	0
T7	8.33	11.67	10	10
T8	13	11	16.67	13.56
T9	61.67	60	60	60.56
T10	0	1	0	0.33
T11	0	0	0	0
T12	38.33	35.67	30	34.67
T13	40	45	43.33	42.78
T14	79.33	81.67	80	80.33
T15	0	0	0	0

**Tabla 29.** Datos del % fitotoxicidad del arroz a los 14 después de aplicación.

Tratamientos	Bloques			Promedio
	I	II	III	
T1	0	0	0	0
T2	3.33	3	2.67	3
T3	8	7.67	0	5.22
T4	8.33	9	8.33	8.56
T5	4	1	1.67	2.22
T6	0	0	0	0
T7	6.67	8.33	7.67	7.56
T8	10	8.67	11.67	10.11
T9	55	51.67	53.33	53.33
T10	0	0.67	0	0.22
T11	0	0	0	0
T12	28.33	25	26.67	26.67
T13	36.67	35	33.33	35
T14	73.33	75	73.67	74
T15	0	0	0	0

**Tabla 30.** Datos del % fitotoxicidad del arroz a los 21 después de aplicación.

Tratamientos	Bloques			Promedio
	I	II	III	
T1	0	0	0	0
T2	0	1.33	0	0.44
T3	1.67	1	0	0.89
T4	6.33	6	7.67	6.67
T5	2.67	0.33	1.67	1.56
T6	0	0	0	0
T7	4.33	3.33	3.33	3.67
T8	7	6.67	8.33	7.33
T9	40	41.67	39.33	40.33
T10	0	0	0	0
T11	0	0	0	0
T12	16.67	17.67	19.67	18
T13	27.33	3	28.33	28.56
T14	61.67	61.33	58.33	60.44
T15	0	0	0	0

**Tabla 31.** Datos del % fitotoxicidad del arroz a los 28 después de aplicación.

Tratamientos	Bloques			Promedio
	I	II	III	
T1	0	0	0	0
T2	0	0.67	0	0.22
T3	0.33	0.67	0	0.33
T4	3.67	4.67	3.33	3.89
T5	3	0	0	1
T6	0	0	0	0
T7	0	1.67	1	0.89
T8	3.33	4.33	3.33	3.67
T9	32.00	35	33.33	33.44
T10	0	0	0	0
T11	0	0	0	0
T12	8	11.33	6.67	8.67
T13	22.00	21.67	20	21.22
T14	51.67	48.33	45	48.33
T15	0	0	0	0



**Tabla 32.** Datos de altura (cm) de planta a los 7 días después de aplicación

Tratamientos	Bloques			Promedio
	I	II	III	
T1	23.93	23.56	23.56	23.68
T2	22.27	24.04	21.76	22.69
T3	22.11	20.96	21.98	21.68
T4	18.73	19.53	23.87	20.71
T5	23.78	22.24	23.04	23.02
T6	23.31	23.56	22.2	23.02
T7	21.64	22.98	23.96	22.86
T8	23.2	25.18	20.87	23.08
T9	18.73	24.71	23.38	22.27
T10	23.64	31.69	31.07	28.80
T11	23.49	23.56	22.38	23.14
T12	21.73	19.82	20.82	20.79
T13	22.76	19.36	19.76	20.62
T14	18.89	21.58	20.47	20.31
T15	23.68	23.16	25.67	24.17

**Tabla 33.** Datos de altura (cm) de planta a los 35 días después de aplicación

Tratamientos	Bloques			Promedio
	I	II	III	
T1	49.36	48.69	49.98	49.34
T2	52.09	48.96	53.91	51.65
T3	56.33	55.87	56.33	56.18
T4	57.36	51.6	57.6	55.52
T5	51.09	53.2	53.31	52.53
T6	57.6	59.38	58.38	58.45
T7	60.33	58.69	61.71	60.24
T8	55.42	57.64	57.53	56.87
T9	57.71	57.44	58.64	57.93
T10	56.4	58.80	58.36	57.85
T11	58.38	53.69	58.33	56.8
T12	50.78	50.67	51.49	50.98
T13	51.2	52.62	52.44	52.09
T14	55.13	51.49	56.56	54.39
T15	59.58	61.49	60.42	60.5

**Tabla 34.** Datos de altura (cm) de planta a los 63 días después de aplicación

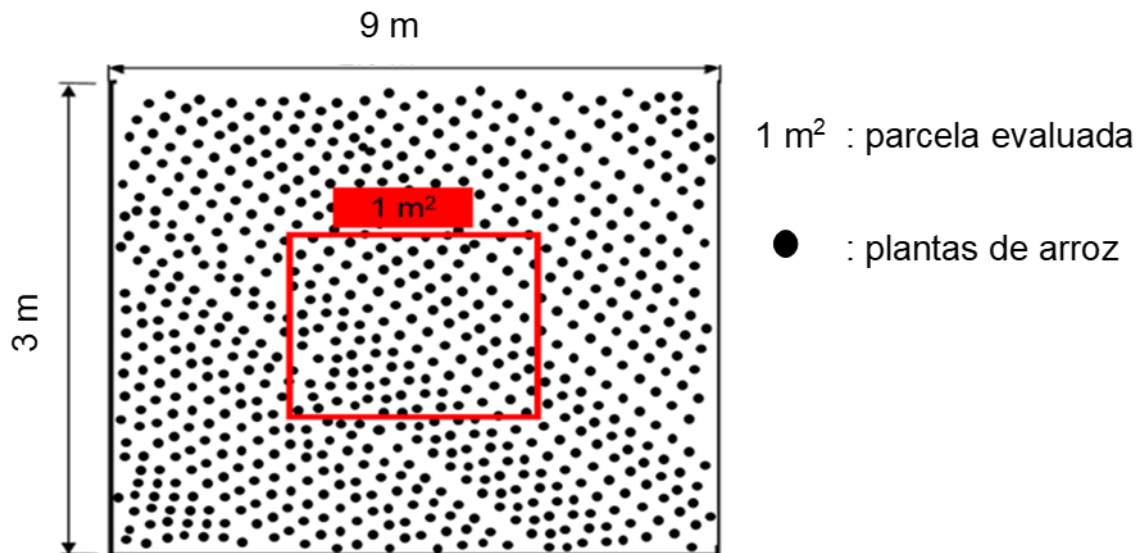
Tratamientos	Bloques			Promedio
	I	II	III	
T1	101.27	86.91	101.27	96.48
T2	93.64	101.18	104.47	99.76
T3	91.91	88.56	100.73	93.73
T4	77.8	93.64	100.33	90.59
T5	86.84	100.58	100.58	96
T6	105.53	90.60	107.67	101.27
T7	101.18	104.62	102.13	102.64
T8	83	95.44	104.18	94.21
T9	86.24	105	105.00	98.75
T10	87.89	108.22	107.96	101.36
T11	106.73	101.53	106.73	105
T12	81.24	91.11	107.11	93.16
T13	87.51	91.91	103.6	94.34
T14	83.51	107.82	107.82	99.72
T15	99.18	105.93	107.89	104.33

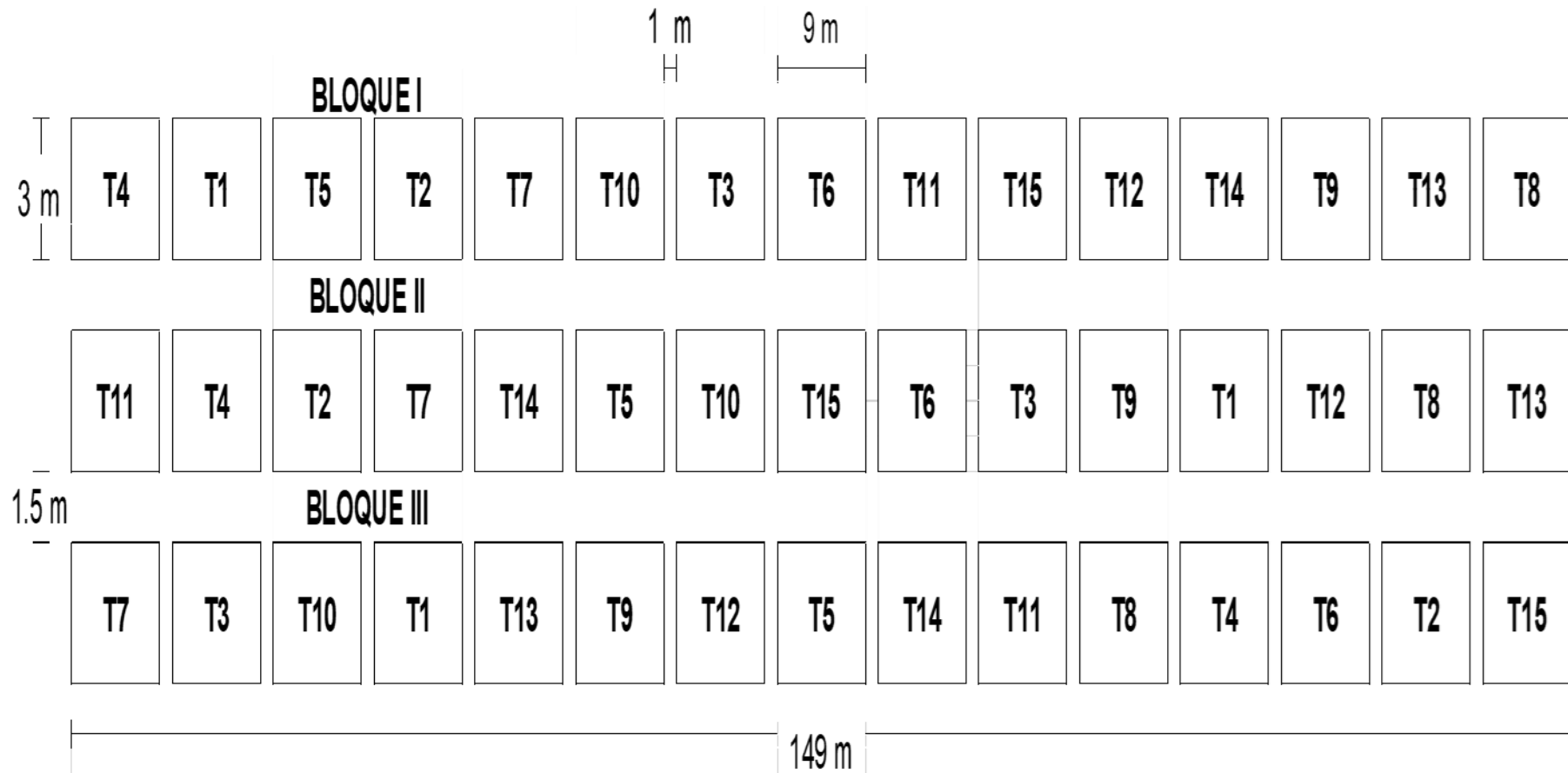
**Tabla 35.** Datos del número de macollos del cultivo de arroz.

Tratamientos	Bloques			Promedio
	I	II	III	
T1	306.13	300.8	292.27	299.73
T2	301.87	305.07	304	303.64
T3	300.8	305.07	304	303.29
T4	238.93	231.47	224	231.47
T5	313.6	304	312.53	310.04
T6	329.6	334.93	290.13	318.22
T7	308.87	307.07	309	308.31
T8	315.73	311.47	301.87	309.69
T9	227.2	243.2	236.8	235.73
T10	330.67	334.93	293.33	319.64
T11	198.4	182.4	183.47	188.09
T12	178.13	186.67	167.47	177.42
T13	145.33	184.89	168.89	166.37
T14	131.2	124.8	120.53	125.51
T15	192	184.53	183.47	186.67

**Tabla 36.** Datos del rendimiento (kg/ha) del cultivo de arroz.

Tratamientos	Bloques			Promedio
	I	II	III	
T1	7390	7440	7367	7398.89
T2	6820	6950	6337	6702.22
T3	6210	6440	6360	6336.67
T4	5847	5750	5720	5772.22
T5	6843	6763	6670	6758.89
T6	6887	6727	6697	6770
T7	6517	6517	6377	6470
T8	5537	5657	5450	5547.78
T9	4950	5017	4927	4964.44
T10	6603	6573	6417	6531.11
T11	4810	4547	4690	4682.22
T12	4577	4973	4657	4735.56
T13	3237	3360	3350	3315.56
T14	3320	3270	3330	3306.67
T15	4583	4710	4630	4641.11

**Figura 11.** Croquis de la parcela experimental.



**Figura 12.** Croquis del campo experimental.



**Figura 13.** Productos utilizados en el experimento.



**Figura 14.** Supervisión y dosificación de tratamientos.

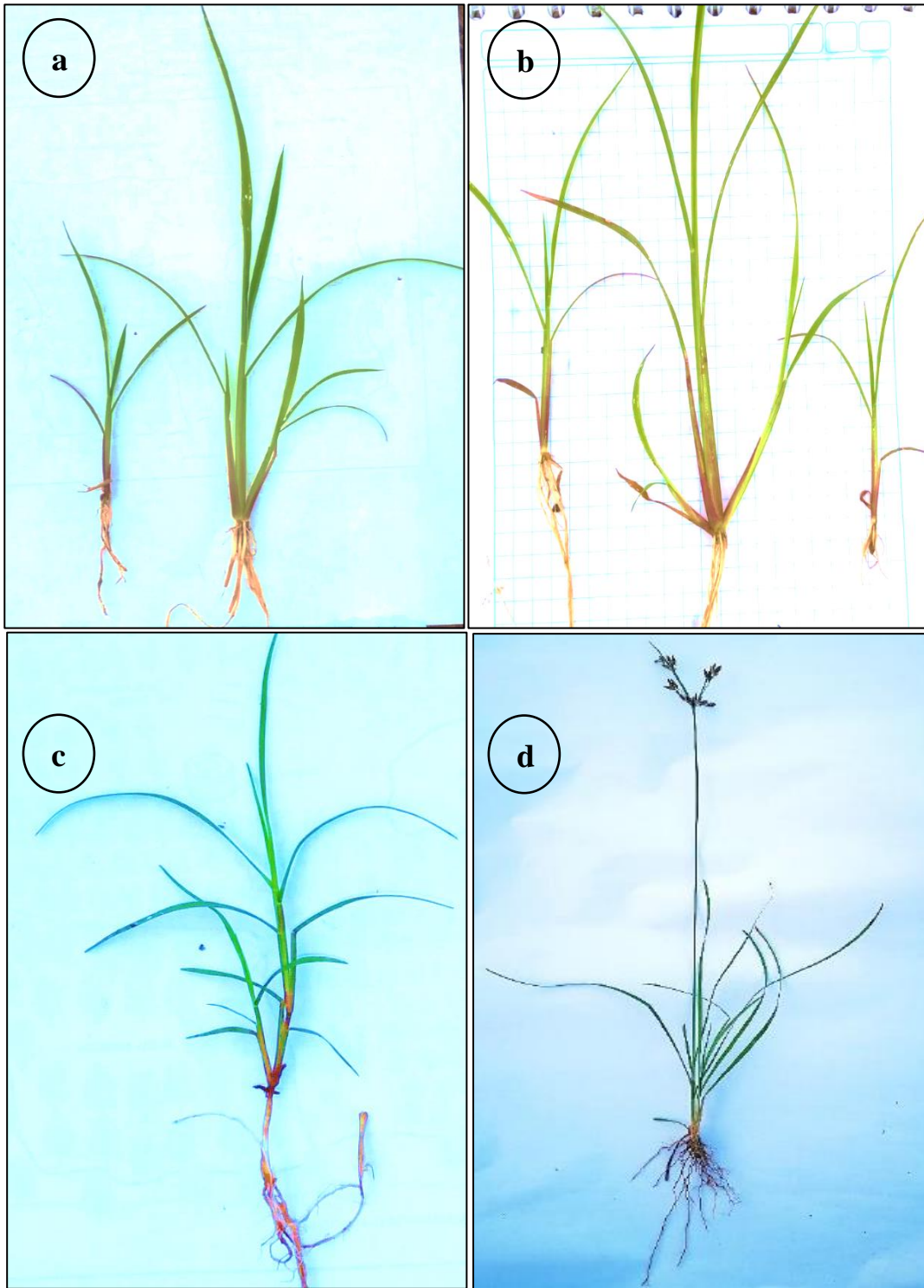




**Figura 15.** Aplicación de herbicidas de acuerdo a los tratamientos



**Figura 16.** a. *Ischaemum rugosum* (Mazorquilla). b. *Echinochloa crus-galli* (Moco blanco)



**Figura 17.** a. *Echinochloa crus-galli* (moco de pavo), b. *Echinochloa Colona* (flor morada), c. *Cynodon pastilo* (mashango), d. *Cyperus rotundus* (Coquito)