

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES MEZCLAS DE HERBICIDAS EN EL  
CONTROL DE ARVENSES GRAMÍNEAS EN EL CULTIVO DE ARROZ *Oryza sativa* L  
EN LA FINCA LA PRIMAVERA, AGUAZUL, CASANARE**

**AUTOR:**

**JULIAN ANDRÈS MELO BECERRA**

**Trabajo de grado modalidad práctica empresarial presentado como requisito para obtener  
el título de Ingeniero Agrónomo**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**

**DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**PAMPLONA, COLOMBIA**

**AGOSTO, 2021**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DIFERENTES MEZCLAS DE HERBICIDAS EN EL  
CONTROL DE ARVENSES GRAMÍNEAS EN EL CULTIVO DE ARROZ *Oryza sativa* L  
EN LA FINCA LA PRIMAVERA, AGUAZUL, CASANARE**

**AUTOR:**

**JULIAN ANDRÈS MELO BECERRA**

**TUTOR:**

**I.A. ESP. MSc. JAVIER FRANCISCO CASTELLANOS MARTÍNEZ**

**COTUTOR:**

**I.A. JORGE ANDRÈZ ARDILA CUEVAS**

**Trabajo de grado modalidad práctica empresarial presentado como requisito para obtener  
el título de Ingeniero Agrónomo**

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA**

**DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**PAMPLONA, COLOMBIA**

**AGOSTO, 2021**

## TABLA DE CONTENIDO

|  |    |
|--|----|
| RESUMEN .....  | 8  |
| 1.INTRODUCCIÒN .....   | 9  |
| 2.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....   | 10 |
| 3.JUSTIFICACIÒN .....  | 11 |
| 4.OBJETIVOS .....  | 12 |
| 4.1OBJETIVO GENERAL .....  | 12 |
| 4.2OBJETIVOS ESPECIFICOS .....   | 12 |
| 5.MARCO TEORICO.....   | 13 |
| 5.1ANTECEDENTES .....  | 13 |
| 5.2.MARCO CONTEXTUAL .....   | 14 |
| 5.2.1.Etapa fenológica del arroz. ....                                     | 15 |
| 5.2.2.Morfología del arroz. ....   | 15 |
| 5.2.3.Manejo integrado de arvenses. ....                                   | 16 |
| 5.2.4.Competencia de las malezas. ....                                     | 16 |
| 5.2.5.Disponibilidad de agua. ....   | 17 |
| 5.2.6.Malezas del cultivo del arroz.....                                   | 17 |
| 5.2.7.Escala desarrollada por el Europa Weed Research Council “EWRS” ..... | 17 |
| 5.2.8.Herbicidas. ....   | 18 |
| 5.2.9.Herbicidas aplicados al suelo o herbicida residual. ....             | 19 |
| 5.2.10.Herbicida de preemergencia. ....                                    | 20 |
| 5.2.11.Manipulación de productos químicos.....                             | 20 |
| 5.2.12.Antes de la aplicación del herbicida. ....                          | 20 |
| 5.3.Herbicidas utilizados en el cultivo del arroz. ....                    | 20 |
| 5.3.1.Diflufenican .....   | 20 |

|  |    |
|--|----|
| 5.3.2.Oxifluorfen .....  | 21 |
| 5.3.3.Butaclor .....   | 22 |
| 5.3.4.Clomazone .....  | 22 |
| 5.3.5.Oxidiazon.....   | 23 |
| 5.3.6.Suflufenacil + dimethenamid.....   | 24 |
| 5.3.7.Propanil.....  | 25 |
| 5.3.8.Bentazone .....  | 25 |
| 6.MARCO LEGAL .....  | 26 |
| 6.1.Normatividad.....  | 26 |
| 6.2.Normatividad sobre el uso eficiente de herbicidas .....  | 27 |
| 6.3.Normas académicas Universidad de Pamplona.....   | 28 |
| 6.4. Práctica Empresarial.....   | 28 |
| 6.5.Resolución 11768 del 05 de agosto del 2019 .....   | 28 |
| 6.7.Resolución ICA 3497 del 2014 .....   | 28 |
| 7.METODOLOGIA .....  | 29 |
| 7.1.Tipo de investigación .....  | 29 |
| 7.2.Diseño metodológico.....   | 29 |
| 7.3.Diseño experimental.....   | 33 |
| 7.4.Sistemas de variables y herramientas de medición .....   | 34 |
| 8.RESULTADOS.....  | 36 |
| 8.1.Porcentaje de control a los 5, 10 y 15 DDA sobre ( <i>Ischaemun rugosum</i> ) según la escala de Abbot. ....   | 36 |
| 8.2.Análisis de varianza ( <i>Ischaemun rugosum</i> ) .....  | 37 |
| 8.3.Porcentaje de control a los 5, 10 y 15 DDA sobre ( <i>Echinochloa colonum</i> ) según la escala de Abbot. .... | 38 |

|   |    |
|---|----|
| 8.4.Análisis de varianza ( <i>Echinochloa colonum</i> ).....  | 39 |
| 8.5. Daño ocasionado al cultivo según la escala de EWRS. .... | 40 |
| 8.6.Análisis de varianza escala de EWRS.....                  | 42 |
| 9.CONCLUSIONES .....  | 43 |
| 10.RECOMENDACIONES.....                                       | 44 |
| 11.BIBLIOGRAFIA .....   | 45 |
| 12.ANEXOS .....   | 47 |
| 12.1. Registro fotográfico.....                               | 47 |
| 12.2.Registro documentos .....                                | 49 |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Modo de acción de los herbicidas .....                                   | 19 |
| Figura 2. Toma de banco se semillas de arvenses .....                              | 29 |
| Figura 3. A. Adecuación del lote. B. Micro nivelación con land plane.....          | 30 |
| Figura 4. A. Trazado y distribución de las parcelas. B. Diseño de la parcela ..... | 30 |
| Figura 5. Germinación del material genético.....                                   | 31 |
| Figura 6. Semilla seleccionada para la implementación en campo .....               | 31 |
| Figura 7. Siembra del material genético en campo.....                              | 32 |
| Figura 8. Bomba manual de aplicación del producto .....                            | 32 |
| Figura 9. Diseño de la distribución del ensayo experimental .....                  | 33 |
| Figura 10. Adecuación del marco para la toma de datos según la escala abbot .....  | 34 |
| Figura 11. Eficacia de control en ( <i>ischaemun rugosum</i> ) .....               | 36 |
| Figura 12. Análisis de varianza ( <i>ischaemun rugosum</i> ).....                  | 37 |
| Figura 13. Eficacia del control sobre ( <i>echinochloa colonum</i> ) .....         | 38 |
| Figura 14. Análisis de varianza ( <i>echinochloa colonum</i> ).....                | 39 |
| Figura 15. Fitotoxicidad en el cultivo del arroz.....                              | 41 |
| Figura 16. Análisis de varianza fitotoxicidad en el arroz .....                    | 42 |
| Figura 17. Marco para la toma de datos en la escala de abbot.....                  | 47 |
| Figura 18. Efecto de los pre-emergentes en el cultivo.....                         | 47 |
| Figura 19. Plántula de <i>ischaemun rugosum</i> .....                              | 48 |
| Figura 20. Lote preparado para la siembra .....                                    | 48 |
| Figura 21. Plántula <i>echinochloa colonum</i> .....                               | 48 |
| Figura 22. Carta de aceptación.....  | 49 |

## LISTA DE TABLAS

|   |                |
|---|----------------|
| Tabla 1. Lista de arvenses controladas con oxifluorfen.....                       | 21             |
| Tabla 2. Lista de arvenses controladas con butaclor.....                          | 22             |
| Tabla 3. Lista de arvenses controladas por clomazone.....                         | 23             |
| Tabla 4. Relación de arvenses con dosis del producto.....                         | 24             |
| Tabla 5. Registro de arvenses controladas por suflufenacil+dimethenamid .....     | 25             |
| Tabla 6. Registro de arvenses controlado por bentazone.....                       | 26             |
| Tabla 7. Tratamiento del ensayo.....  | 33             |
| Tabla 8. Escala de ewrs.....  | 35             |
| Tabla 9. Eficiencia de control según la escala de abbot ( ischaemun rugosum)..... | <b>¡ERROR!</b> |
| <b>MARCADOR NO DEFINIDO.</b>  |                |
| Tabla 10. Eficacia de control según la escala de abbot (echinochloa colonum)..... | <b>¡ERROR!</b> |
| <b>MARCADOR NO DEFINIDO.</b>  |                |
| Tabla 11. Daño producido por los pre-emergentes en el cultivo del arroz .....     | 40             |

## RESUMEN

El trabajo de grado tuvo como objeto la evaluación del efecto de diferentes mezclas de herbicidas en el control de arvenses gramíneas en el cultivo del arroz *Oryza sativa* bajo las condiciones edafoclimáticas de la finca La Primavera, Municipio de Aguazul, Casanare. La implementación de las moléculas químicas para el control de las arvenses dentro del sistema productivo permitió evaluar la eficiencia de los productos al momento del control, así mismo, se identificó que tipo de ingrediente activo es menos pernicioso para el adecuado crecimiento y desarrollo del cultivo. Por último, este método de control garantiza un excelente manejo integrado de malezas mitigando así, es uso excesivo de herbicidas al momento del control y la resistencia de los arvenses por malas prácticas agronómicas.

### Palabras Claves

Herbicida, cultivo de arroz, arvense, producción, insumos, tecnología agrícola.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo del arroz es uno de los cereales más importantes en la alimentación humana y animal, por lo tanto, el manejo integrado de plagas, enfermedades y arvenses debe ir dirigido a la sostenibilidad del sistema productivo teniendo en cuenta el impacto social, económico y ambiental. Uno de los factores más limitantes en el cultivo del arroz en Colombia son la arvenses de importancia económica que se han registrado en cada zona dedicada a la actividad agrícola, siendo las gramíneas el grupo de malezas más nocivas y de mayor dificultad a la hora de realizar cualquier tipo de identificación taxonómica en estado fenológico de plántula, generando así, confusión al momento de realizar el monitoreo del cultivo (Cuevas, 2018)

De igual manera, (Cuevas, 2018) indica que, al implementar un sistema productivo de arroz, no se tienen en cuenta las buenas prácticas agrícolas, ni el manejo integrado de malezas, ocasionando un uso indiscriminado de herbicidas y el aumento de aplicaciones fitosanitarias. Así mismo, el control químico para el manejo de malezas en el cultivo se ha catalogado uno de los controles que más pérdidas económicas genera por el incremento en costos de producción (Fischer & Valverde, 2010).

Al considerar lo mencionado y ante la opción de garantizar un manejo adecuado de herbicidas en el cultivo del arroz, se ejecutó un ensayo para determinar la eficacia de los productos preemergentes, para ello se llevó a cabo un levantamiento de un banco de semillas dentro del lote, que posteriormente se fue colocado en una bandeja plástica expuesta al ambiente durante 8 horas y a capacidad de campo para su debida germinación, esto permitió conocer el tipo de arvenses que estaban presentes en el suelo.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El control de malezas en el cultivo del arroz en el departamento de Casanare ha tenido un déficit en el manejo, ya que los productores no realizan un uso adecuado de rotación de moléculas químicas, ocasionando así, un aumento de costos, tolerancia a ingredientes activos y el uso innecesario de productos (FAO, 2008).

De igual manera, en las condiciones de la producción del arroz, los mayores efectos de las malezas corresponden a la disminución de los rendimientos del cultivo lo cual es considerada en promedio entre 30% y 50%, generando así, unos efectos directos en la reducción de la cosecha ya que los arvenses son altamente eficientes en la captura de recursos disponibles para el crecimiento y desarrollo del cultivo (Hernández, 2011).

Por lo tanto, en el sistema productivo se debe tener un buen manejo integrado de malezas, enfermedades y arvenses, y así evitar posibles pérdidas económicas y de producción, (FAO, 2005) indica que el cultivo debe estar libre de malezas en el periodo crítico para así evitar la reducción de la producción a grandes escalas. Por último, Tinoco & Acuña, (2009), afirman que el arroz tiene que estar libre de competencia en la fase del macollamiento y primordio floral.

## JUSTIFICACIÓN

Uno de los componentes importantes en el manejo integrado de arvenses son las estrategias de control químico, las cuales se utilizan de forma técnica y racional, estas son una herramienta valiosa para el manejo eficiente de las principales arvenses en el cultivo de arroz, sin embargo, cuando son utilizados indiscriminadamente y sin tener en cuenta criterios técnicos, la eficiencia de esta herramienta es limitada y no hay control efectivo de las especies de arvenses, lo cual genera incremento de los costos de producción al recurrir por lo general a otro control químico (FAO, 2008).

Por lo tanto, la Federación Nacional de Arroceros, Fedearroz, busca investigar la efectividad de diferentes mezclas de herbicidas pre emergentes de los grupos: oxadiazolinonas (oxadiazon), piridinecarboxamidas (Diflufenican), difenileter clorado fluorado (Oxifluorfen), Pendimetalina (pendimetalina), Isoxazolidinonas (Clomazone), cloroacetamidas (pretilaclor), Difenil Éter (Oxifluorfen), carbamato (bentiocarbo), acetamina (Butaclor), Biciclooctano (benzobicyclon) (Fedecacao, 2008).

Para hacer un buen control de arvenses (gramíneas) en el cultivo de arroz, se utiliza un amplio número de agroquímicos controladores de estas especies, evitando utilizar los mismos ingredientes activos por ciclos del cultivo, ya que la mayoría de productores de arroz en la región de Casanare no realizan rotación de moléculas, si no utilizan los mismos productos en dos o tres ciclos productivos, generando con esto la resistencia de arvenses a los herbicidas, dificultado así el control de estas, y aumentando los costos en su control (Abraham & Singh 1981).

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de diferentes mezclas de herbicidas en el control de arvenses gramíneas especialmente *Ischaemun rugosum*, *Echinochloa colona* en el cultivo del arroz *Oryza sativa* en la finca La Primavera, Aguazul, Casanare.

### OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Comparar el porcentaje de control de los ingredientes activos en las poblaciones de *Ischaemun rugosum*, *Echinochloa colona* en el cultivo del arroz *Oryza sativa*.
- Determinar el daño ocasionado al cultivo del arroz por los herbicidas cuando la semilla se siembra en condición de tapada o no.
- Identificar las arvenses mediante un levantamiento de banco de semillas de las malezas presentes en el lote.

## MARCO TEORICO

### ANTECEDENTES

El arroz al ser un monocultivo que se maneja en forma intensiva y para muchos presenta distintos problemas fitosanitarios, los cuales se pueden incrementar con el uso sistemas de manejo, por lo tanto, la incidencia de las arvenses en estos sistemas productivos puede ser significativa, dando lugar a la competencia de nutrientes y luz con la planta del arroz.

De igual manera, para realizar un control efectivo en el arvense *Ischaemum rugosum* se debe tener en cuenta el ciclo fenológico de esta, taxonomía y método de diseminación, por otro lado, se tiene en cuenta el control eficaz que realiza el producto metamifop, ya que este controla hasta en un 90% de esta especie causando senescencia aguda, los síntomas de afectación se pueden observar en las hojas más jóvenes, ya que estas comienzan con una coloración rojiza pasando a tener síntomas de clorosis. (Vargas, 2004).

Así mismo, para el control de arvenses en el cultivo de arroz se formuló para su control la aplicación con clomazone, donde se realizaron 3 experimentos con el objetivo de evaluar su efecto individual y en mezcla con propanil y 2,4-D, donde clomazone aplicado en preemergencia controlo eficientemente *E. colona*, a partir de 0,72 kg/ha, pero no tuvo efecto sobre *C. iria*, *C. rotundus* y *M. fasciata* y su efecto fue temporal y limitado sobre *S. setuloso-ciliata*, mientras que la mezcla de clomazone + propanil + 2,4-D control eficientemente *E. colona*, *C. iria*, *C. esculentus*, y *M. fasciata* a partir de la dosis de 0,60 + 1,44 + 0,24 kg/ha, pero a esta dosis, en el control de *S. setuloso-ciliata* se obtuvo muy regular y en *C. rotundus* se perdió completamente entre los 45 y 60 DDA (Esqueda, 2006).

## **MARCO CONTEXTUAL**

La Federación Nacional de Cultivadores de Arroz es un sindicato y una asociación nacional de productores de arroz. Siendo el pilar básico de miles de agricultores en todo el país, que se benefician de su bienestar en pro de una mejor calidad de vida (Fedearroz, 2017).

A pesar de las dificultades asociadas al sector agrícola durante décadas, Fedearroz ha proporcionado las condiciones necesarias para la persistencia de los cultivos desde 1947, convirtiéndose en una lucha continua dentro de la cual ha contado con el apoyo incondicional de los agricultores que hoy hacen parte de la historia de la Institución (Fedearroz, 2017).

La Federación tiene como objeto la defensa y representación de los agricultores arroceros a nivel nacional. Teniendo como objetivo al productor, promueve su desarrollo tecnológico, buscando su eficiencia económica y mayor competitividad, la investigación de Fedearroz se proyecta dentro del marco de las variables políticas, económicas, sociales y técnicas que inciden en la producción (Fedearroz, 2017).

Para la contextualización del entorno agrícola se tiene en cuenta que los objetivos principales en este análisis es crear condiciones favorables para el desarrollo de este Cantón, y la mejor formación productiva mediante un sistema de técnicas que mejoren sus procesos disminuyendo los costos de producción; comercializando de manera óptima los recursos naturales, evitando intermediarios, logrando mejores rentabilidades en sus ingresos económicos, proporcionándoles conocimientos adecuados a las familias que viven directa e indirectamente de esta rama de la agricultura, mejorando su calidad de vida sin ocasionar daños irreparables a los recursos naturales, y lo más importante obtener un producto excelente y competitivo en el mercado tanto en calidad y precio (Hernán, 2009).

**Etapa fenológica del arroz.**

El ciclo de vida del cultivo del arroz puede ser dividido en tres grandes fases: vegetativa, reproductiva y de maduración. La fase vegetativa tiene una duración de 35 a 50 días, iniciando con la germinación de las semillas y finalizado con la diferenciación del primordio floral, posterior a esto, entre los 30 a 35 días se inicia la fase reproductiva donde se da diferenciación floral y termina con la floración del cultivo, en esta fase además se determina el número de espiguillas que tendrá cada panícula. En la última fase, se produce la maduración del grano, alrededor de 35 a 40 días después de iniciada la maduración (Garcés y Medina, 2019).

**Morfología del arroz.**

El cultivo de arroz es una gramínea anual, la cual cuenta con tallos redondos compuestos por nudos y entrenudos, sus hojas se encuentran unidas al tallo por una vaina y su inflorescencia es una panícula, su tamaño puede variar de 0,4 m (plantas enanas) a 0,70 (plantas flotantes); el órgano radicular, está compuesto por raíces seminales, de poca ramificación, estas poco tiempo después son reemplazadas por las secundarias, las cuales dan origen a los tallos jóvenes (Vargas, 2009).

Esta gramínea está constituida por tallos redondos, cilíndricos y huecos los cuales se encuentran compuestos por nudos y entrenudos, sus entrenudos no se elongan lo que hace que su tallo permanezca rígido, en cada uno de estos nudos se desarrolla una hoja, la superior se encuentra debajo de la panícula, conocida como hoja bandera, esta es más corta y ancha que las demás (Ruiz, 2011).

Las espiguillas de la planta se encuentran agrupadas en la inflorescencia denominada panícula, la cual se encuentra situada sobre el nudo apical del tallo, esta se encuentra

compuesta por dos lemas estériles, glumas rudimentarias y la florecilla que consta de dos brácteas o glumas florales (Vargas, 2009).

La semilla o grano de arroz es un ovario maduro, seco e indehisciente, consta de la cascara formada por la lema y la palea, el embrión, situado en el lado ventral cerca de la lema y endospermo el cual es el encargado de proveer el alimento al embrión durante la germinación (Ruiz, 2011).

### **Manejo integrado de arvenses.**

El manejo debe realizarse de acuerdo con el tipo de arvenses que se presenten en el lote, el historial de ingredientes activos aplicados para su control, logrando planificar así las aplicaciones e impidiendo la resistencia de las arvenses (Cuevas & Puentes, 2018).

El daño que causan las arvenses sobre el cultivo, inicia por una competencia por luz, agua y nutrientes, teniendo en algunos casos éxito las arvenses, logrando disminuir el crecimiento y desarrollo radicular, flores y frutos, todo esto generan la baja productividad y rendimiento del cultivo, generando así grandes pérdidas económicas al agricultor (Herrera et al., 1991)

### **Competencia de las malezas.**

La competencia es la capacidad que tienen las plantas al ocupar el mismo espacio y competir por escasos recursos disponibles como luz, nutrientes, agua o de espacio. La habilidad de competencia de una especie de arvense es determinada por su capacidad de capturar y explotar los recursos con la máxima rapidez (Cuevas & Puentes, 2018).

Las arvenses al desarrollarse desde las etapas iniciales en el cultivo, generan competencias por lograr adaptarse y minimizar el desarrollo de las otras especies. La mayoría de las plantas, son agresivas y segregan efectos alelopáticos, cuando se encuentran en competencia con otra especie de planta o animal. Para conocer mejor el umbral de competencia es necesario

estimar los umbrales de competencia, obteniendo así la densidad de arvenses (número de plantas por metro cuadrado) y los días de desarrollo de estas (Lozano & Millán 1993).

### **Disponibilidad de agua.**

El arroz, es una planta semiacuática y siembra en inundación continua para su desarrollo y crecimiento, siendo indispensable la saturación permanente de agua y hasta condiciones de secano. Al tener una sequía intermitente se ve afectado una reducción del rendimiento. Además, también se presentan problemas de arvenses que también pueden afectar el desarrollo y crecimiento normal del arroz (Ruiz et al., 2016).

### **Malezas del cultivo del arroz.**

La pata de gallina *Eleusine indica*, guarda rocío *Digitaria bicornis* y caminadora *Rottboellia cochinchinensis* son especies que se desarrollan bajo condiciones de baja humedad e incluso menor a la capacidad de campo; otras como los palos de agua *Ludwigia* spp, los patos de agua *Heteranthera* spp y arrocillo *Luziola subintegra* requieren de altos volúmenes de agua para su desarrollo (Cuevas & Puentes, 2018).

### **Escala desarrollada por el Europa Weed Research Council “EWRS”**

La escala desarrollada por el Europa Weed Research Council “EWRS”, donde tiene como objetivo brindar apoyo para la colaboración internacional en la ciencia de las malas hierbas, en parte asistiendo al trabajo de los grupos de trabajo del EWRS, y en parte proporcionando información y recursos generales, esta es una escala logarítmica en donde los niveles de actividad decrecen a medida que la efectividad crece, lo que permite una evaluación más detallada en el rango de actividad aceptable, la diferencia entre clases en el rango aceptable supone que el observador no puede apreciar diferencias menores a dos puntos porcentuales, en la escala EWRS el indicador de tendencia central es la mediana, o sea el puntaje que divide en dos a la frecuencia total de puntajes (Domínguez, 2000)

**Herbicidas.**

Un herbicida es un producto que se utiliza para inhibir o interrumpir el crecimiento de plantas no deseadas también llamadas arvenses en la tierra que ha sido o será cultivada.

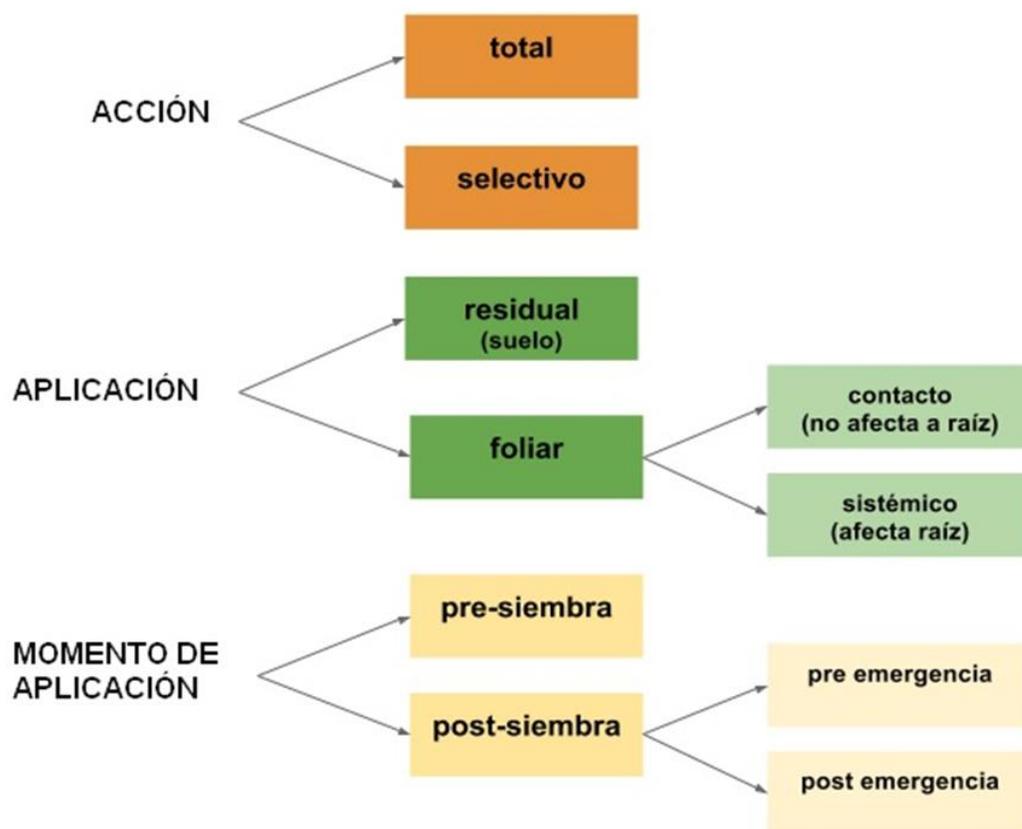
(Agroterra, 2018).

Para facilitar el uso de herbicidas, saber cuándo y cómo aplicarlo se debe conocer el modo de acción, comportamiento de absorción, transporte y síntomas similares en la planta tratada (Gunsolus & Curran, 1996), con esto se conoce la época de aplicación, su persistencia en el suelo, el espectro de control del control de maleza, la selectividad de cultivo y de manera más precisa su mecanismo de acción.

Se centra en la destrucción de hojas y tallos sin afectar la raíz, pero, los productos foliares sistémicos, que también se aplican sobre el follaje, son absorbidos por la planta y viajan a través de su savia hasta la raíz (Bayer, 2019).

Es importante la rotación del modo de acción del herbicida durante el ciclo del cultivo, con la finalidad de no generar resistencia de la maleza. En la siguiente figura se presenta la clasificación del modo de acción de Weed Science society of america, (WSSA) y de herbicide Resistance Action Committee, (HRAC), (Cedrssa, 2020)

**Figura 1. Modo de acción de los herbicidas**



Fuente: agrotterra, 2018

### **Herbicidas aplicados al suelo o herbicida residual.**

Suelen utilizarse para eliminar brotes al pie de los árboles, estos deberán ser aplicados directamente al suelo para hacer una película que matará a los cotiledones recién brotados, sin embargo, no pueden eliminar las malas hierbas existentes o las malas hierbas que brotaron antes de la aplicación, ya que, según su modo de acción, se puede predecir el rango de control de malezas, el tiempo de aplicación, la selectividad y la persistencia en el suelo después de la aplicación (Bayer, 2019).

**Herbicida de preemergencia.**

Este tipo de herbicida es aplicado antes de la germinación de arvenses, no siempre coincide con la germinación del cultivo, aunque ya este sembrado las arvenses pueden ser controladas desde un primer momento utilizando un buen producto de calidad y que realmente funcione (Agrotterra, 2018).

**Manipulación de productos químicos.**

Por lo general, la etiqueta del producto es la primera referencia al manipular plaguicidas formulados. En esta se describen los requisitos para el uso del equipo personal de protección (EPP) tanto para la manipulación y el concentrado como de la solución de aspersión diluida que se va a usar en el campo. La selección cuidadosa, el uso y el mantenimiento del EPP son esenciales para asegurar que el usuario está adecuadamente protegido (FAO, 2002).

**Antes de la aplicación del herbicida.**

Las medidas que se deben optar para la aplicación de un producto químico es asegurarse de que el agua tenga el grado y pH adecuado, garantizando la eficiencia del producto. En el terreno donde se va a aplicar es recomendable comentar a la comunidad en especial si existen niños que el área se va a desarrollar la aplicación de un producto químico (Ministerio de agricultura y ganadería, 2010)

Además, antes de la aplicación se debe revisar el equipo de aspersión reduciendo los costosos retrasos al comienzo de la temporada, la verificación de funcionamiento previa a la estación se puede realizar sin agua limpia, pero siempre se debe usar ropa de seguridad (FAO, 2002).

**Herbicidas utilizados en el cultivo del arroz.****Diflufenican**

La Diflufenican, es un herbicida sistémico de translocación limitada y mínima translocación por el xilema, utilizado para el control de malezas de hoja ancha y algunas

gramíneas anuales en el cultivo de arroz, este es aplicado en post emergencia temprana y pre emergente. Cuando las malezas germinan, entran en contacto con el producto y es absorbido, en tejido joven se presenta blanqueamiento de 7 a 14 días después de la aplicación (Álvarez, 2021).

### **Oxifluorfen**

Para el proceso del arroz se aplica el pesticida a base de agua que se llama Oxifluorfen, con acción pre emergente y post emergente temprana, contra malezas de hoja ancha y angosta en cultivos de arroz, café, yuca y es muy selectivo en cultivos de ajo, cebollín, Brassicaceas y algunos frutales. El mecanismo de acción pertenece al grupo de los Defenil Eter, ocasiona cierre de las estomas y como colapso del celular. (AgroSciences, 2015).

**Tabla 1. Lista de arvenses controladas con Oxifluorfen**

| <b>Cultivo</b>      | <b>Nombre científico</b>           | <b>Nombre común</b> |
|---------------------|------------------------------------|---------------------|
| Arroz               | <i>Digitaria sanguinalis</i>       | Guardarocío         |
|                     | <i>Echinochloa colonum</i>         | Liendrepuerco       |
|                     | <i>Rottboellia cochinchinensis</i> | Caminadora          |
|                     | <i>Ischaemum rugosum</i>           | Falsa caminadora    |
|                     | <i>Eleusine indica</i>             | Pata de gallina     |
|                     | <i>Leptochloa filiformis</i>       | Paja mona           |
|                     | <i>Ipomoea</i> sp                  | Batatilla           |
|                     | <i>Portulaca oleracea</i>          | Verdolaga           |
|                     | <i>Phyllanthus niruri</i>          | Balsilla            |
|                     | <i>Cyperus ferax</i>               | Cortadera           |
|                     | <i>Cyperus diffusus</i>            | Cortadera           |
| <i>Oryza sativa</i> | Arroz rojo                         |                     |

Fuente: AgroScience, 2015

### Butaclor

El Butaclor agrícola sistémico pre emergente, utilizado para el control de malezas de hojas anchas y gramíneas anuales en el cultivo de arroz. Se recomienda utilizarlo 24 horas antes de la siembra (Álvarez, 2020)

**Tabla 2. Lista de arvenses controladas con Butaclor**

| Cultivo                 | Nombre científico             | Nombre común     |
|-------------------------|-------------------------------|------------------|
| Arroz                   | <i>Echinochloa colonum</i> L. | Liendre puerco   |
|                         | <i>Digitaria sanguinalis</i>  | Guarda rocío     |
|                         | <i>Leptochloa filiformis</i>  | Paja mona        |
|                         | <i>Eleusine indica</i>        | Pata de gallina  |
|                         | <i>Cenchrus brownii</i>       | Cadillo          |
|                         | <i>Ischaemum rugosum</i>      | Falsa caminadora |
|                         | <i>Cyperus</i> sp             | Cortadera        |
|                         | <i>Fimbristylis annua</i>     | Barba de índio   |
|                         | <i>Amaranthus</i> sp          | Bledo            |
|                         | <i>Portulaca oleracea</i>     | Verdolaga        |
|                         | <i>Jussiaea linifolia</i>     | Clavito          |
|                         | <i>Phyllanthus niruri</i>     | Viernes santo    |
| <i>Ammania coccinea</i> | Palo de agua                  |                  |

Fuente: Álvarez, 2020

### Clomazone

Herbicida selectivo pre-emergente y post-emergente temprano, para el cultivo del arroz, que se absorbe principalmente por las raíces y ápices de los tallos de las plantas. Es translocado por el xilema hasta las hojas. Controla principalmente gramíneas. Herbicida Clomazone Para el control de malezas en cultivos de arroz

**Tabla 3. Lista de arvenses controladas por Clomazone**

| CULTIVO | MALEZAS         |                              | DOSIS (ha) |
|---------|-----------------|------------------------------|------------|
|         | Nombre común    | Nombre científico            |            |
| Arroz   | Moco de Pavo    | <i>Echinochloa crusgalli</i> | 0.75-1 L   |
|         | Mazorquilla     | <i>Ischaemun rugosum</i>     |            |
|         | Gramma de lefe  | <i>Eclinochloan colonum</i>  |            |
|         | Plumilla        | <i>Lecthocloa sp</i>         |            |
|         | Caminadora      | <i>Roboellia sp</i>          |            |
|         | Pata de gallina | <i>Eleusina indica</i>       |            |

Fuente: empresa, S.F.

Herbicida pre emergente, residual, de alto espectro para el control de malezas gramíneas y de hoja ancha. Los residuos duran entre 3 a 4 meses, adsorbida por las raíces de las plántulas durante la germinación y en la parte foliar. (PRECISAGRO, 2007).

En el cultivo de arroz se evidencio que el herbicida no produce efectos fitológicos al cultivo de arroz, la dosis de 3 litros de Butaclor y 2 litros de Pendimetalina/ha, fue la que ejerció un control aceptable de las malezas (Sataloff et al., 2012)

Según un estudio realizado en la universidad del salvador en el 2012, al aplicar pendimetalina en el cultivo de arroz, afecta malezas como *Echinochloa colona*, *Lugdwia sp*, *Sphanochloea zeylanica*, *Ammania latifolia*, *Sesbania exaltata*) y *Caperonia polustris*. (Sataloff et al., 2012)

### **Oxidiazon**

El Oxidiazon es un tipo de pesticida que se seleccionó por contacto, pre y post emergente. Inhibe la enzima protoporfirinogeno oxidasa, el ingrediente activo produce un desorden en la membrana celular, impidiendo el desarrollo de los tejidos (Bayer, 2020)

Es utilizado para el control de malezas gramíneas de hoja ancha y cyperaceas que crecen en cultivos de arroz de riego. Cuando se aplica en pre-emergencia su acción se ejerce

desde el momento de la germinación al entrar en contacto la plántula con el suelo tratado con el herbicida (Agroactivo, 2020).

Según la ficha técnica de Shooter, Oxidiazon no presenta ningún efecto fitotóxico, durante ni después de la aplicación, a las dosis recomendadas en las plantas de arroz (Adama, 2015).

**Tabla 4. Relación de arvenses con dosis del producto**

| Cultivo | Arvenses                     | Dosis (L/Ha)   |
|---------|------------------------------|--|
| Arroz   | <i>Ischaemun rugosum</i>     | 2,3 L/Ha en aplicaciones pre emergente al cultivo y a las malezas, para suelos de textura liviana a media. |
|         | <i>Echinochloa colona</i>    |  |
|         | <i>Paspalum boscianum</i>    |  |
|         | <i>Digitaria sanguinalis</i> |  |
|         | <i>Leptochla filiformis</i>  |  |
|         | <i>Fimbristylis miliacea</i> |  |
|         | <i>Jussiaea linifolia</i>    |  |
|         | <i>Hetereanthera limosa</i>  |  |
|         | <i>Murdania nudiflora</i>    |  |

Fuente: Adama, 2015

#### **Suflufenacil + dimethenamid.**

Para crear una acción sistémica y protección del cultivo de arroz se utilizó un pesticida pre emergente a la maleza y al cultivo, el volumen mínimo de agua a utilizar en aplicación terrestre será de 400-600 L/Ha para asegurar una buena cobertura. Este herbicida no es selectivo cuando se aplica en post emergencia (BASF, 1977).

**Tabla 5. Registro de arvenses controladas por suflufenacil+dimethenamid**

| Cultivo | Nombre científico         | Nombre común     | Época de aplicación | Dosis |
|---------|---------------------------|------------------|---------------------|-------|
| Arroz   | <i>Oryza sativa,</i>      | Arroz rojo       | Pre siembra         | 1.5   |
|         | <i>Echinochloa spp.</i>   | Liendre puerco   |                     |       |
|         | <i>Ischaemum rugosum,</i> | Falsa caminadora |                     |       |
|         | <i>Eleusine indica,</i>   | Pata de gallina  |                     |       |
|         | <i>Ludwigia spp.</i>      | Palo de agua     |                     |       |
|         | <i>Fimbristylis spp.</i>  | Arrocillo        |                     |       |
|         | <i>Cyperus iria</i>       | Coquito          |                     |       |
|         | <i>Leptochloa spp.</i>    | Rabo de zorro    |                     |       |
|         | <i>Murdania nudiflora</i> | Piñita           |                     |       |

Fuente: Basf. S.F

### **Propanil**

Herbicida selectivo de aplicación post-emergente que actúa por contacto para el control de las malezas de hoja ancha y *cyperaceas* en cultivos de arroz de riego y de secano, sin dejar efecto residual (Fedearroz, 2007).

Su aplicación debe hacerse cuando el arroz y las malezas hayan emergido y se estén desarrollando plenamente (Isagro, 2015).

### **Bentazone**

Los inhibidores de la fotosíntesis se utilizan principalmente para el control de malezas de hoja ancha, pero tienen efectos sobre gramíneas. En los herbicidas de contacto de esta clase se presenta clorosis que se transforma rápidamente en necrosis del tejido tratado (Álvarez, 2020).

**Tabla 6. Registro de arvenses controlado por bentazone**

| <b>Cultivo</b> | <b>Nombre científico</b> | <b>Nombre común</b> |
|----------------|--------------------------|---------------------|
| arroz          | Amaranthus dubius        | Bledo               |
|                | Xanthium echinatum       | Cadillo             |
|                | Cyperus rotundus         | Coquillo            |
|                | Commelina erecta         | Hierba de pollo     |
|                | Echinochloa Colonum      | Liendre puerco      |
|                | Portulaca oleracea       | Verdolaga           |
|                | Bidens pilosa            | Papunga             |
|                | Sida acuta               | Escoba              |

Fuente: Álvarez, 2020

## **MARCO LEGAL**

### **Normatividad**

Resolución 00028 28/01/2002 considera que el sector arrocero integrado por industriales, productores y semillas han definido estrategias para su desarrollo competitivo a través del Acuerdo Sectorial de Competitividad de la Cadena del Arroz.

Esta normatividad explica que existen varios métodos de evaluación de la población de malezas, los cuales pueden ser vistos en detalles en diversas publicaciones y manuales sobre manejo de malezas. La utilización de uno u otro método dependerá del personal que se disponga para estas labores y de la exactitud que se requiera en la actividad o programa que se esté desarrollando.

**Normatividad sobre el uso eficiente de herbicidas**

Decreto 436 Norma Andina para el Registro y Control de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola, considera que uno de los propósitos de la integración andina en el campo agropecuario es el de alcanzar un mayor grado de seguridad alimentaria subregional, mediante el incremento de la producción de los alimentos básicos y de los niveles de productividad, la sustitución subregional de las importaciones y la diversificación y aumento de las exportaciones.

Decreto número 502 de 2003 Autoridad Nacional Competente, establece que se debe llevar un registro y control de los plaguicidas químicos de uso agrícola y el responsable de velar por el cumplimiento de la Decisión, su Manual Técnico y el presente Decreto (Fedearroz, 2003)

Resolución número 00309 del 12 de diciembre del 2007, por la cual se rigen la libertad de vigilancia a los bienes fertilizantes y plaguicidas de uso agrícola producidos por los agentes del mercado (Rural, 2007)

Decreto 775 del 16 de abril de 1990, el control y la vigilancia epidemiológica en el uso y manejo de Plaguicidas, deberá efectuarse con el objeto de evitar que afecten la salud de la comunidad, la sanidad animal y vegetal o causen deterioro del ambiente.

Resolución N.ª 03759 de 16 diciembre 2003, por la cual se dictan disposiciones sobre el Registro y Control de los Plaguicidas Químicos de uso Agrícola.

**Normas académicas Universidad de Pamplona**

Acuerdo No.186 02 de diciembre de 2005 Por el cual compila y actualiza el Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado.

Artículo 36. Modalidades de Trabajo de Grado: El Trabajo de Grado, puede desarrollarse en las siguientes modalidades:

Práctica Empresarial: comprende el ejercicio de una labor profesional del estudiante en una empresa, durante un período de tiempo. Cuando el estudiante seleccione esta modalidad, deberá presentar al director de Departamento el anteproyecto, que debe contener: nombre de la empresa, descripción de las características de la empresa, objetivos de la práctica, tipo de práctica a desarrollar, tutor responsable de la práctica en la empresa, cronograma de la práctica, presupuesto (si lo hubiere) y copia del convenio interinstitucional Universidad – Empresa o carta de aceptación de la empresa.

**Resolución 11768 del 05 de agosto del 2019**

Por medio de la cual se establece la metodología para determinar el periodo de reentrada (reingreso)- PR post-aplicación de plaguicidas químicos de usos agrícola PQUA (ICA, 2019).

**Resolución ICA 3497 del 2014**

Por medio de la cual se establece el procedimiento para la reevaluación de los plaguicidas químicos de uso agrícola registrados con anterioridad a la entrada con vigencia de la decisión CAN 436 y se establecen otras disposiciones (ICA, 2014).

## METODOLOGIA

### Tipo de investigación

La investigación que se ejecutó fue tipo experimental cuantitativa correspondiendo a una práctica empresarial desarrollada en la finca La Primavera, vereda El Guáimaro Municipio de Aguazul, departamento de Casanare, bajo las coordenadas  $5.174293^{\circ}$  N,  $-72.396690^{\circ}$  W a 290 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m). El ensayo consistió en aplicar diferentes combinaciones de herbicidas reemergentes con semilla tapada y destapada evaluando así el espectro del control de los productos químicos.

### Diseño metodológico.

Se realizó un levantamiento del banco de semillas presentes en el lote con el fin de identificar las arvenses de carácter agresivo en el cultivo del arroz, cada muestra se tomó al azar utilizando un cuadro plástico de 12,5 cm x 12,5 cm a una profundidad de 20 cm, posterior a esto el material de la muestra se desmenuzó en partículas pequeñas y se colocó en bandejas plásticas expuestas al ambiente durante 8 horas con una humedad a capacidad de campo. (**Figura 2**). Así mismo, se llevó a cabo el respectivo conteo y clasificación de las arvenses a los 15 y 30 días después de la germinación.

**Figura 2. Toma de banco se semillas de**



**Fuente: elaboración propia, 2021.**

La adecuación del terreno se realizó de acuerdo con los parámetros del programa AMTEC en la zona de la Federación Nacional de Arroceros (FEDERARROZ), la cual consistió en una preparación con tres (3) pases de rastra, uno (1) de pulidor y uno (1) de micro nivelación con la ayuda del land plane, esto con el fin de obtener una textura más homogénea y liviana. (Figura 3).

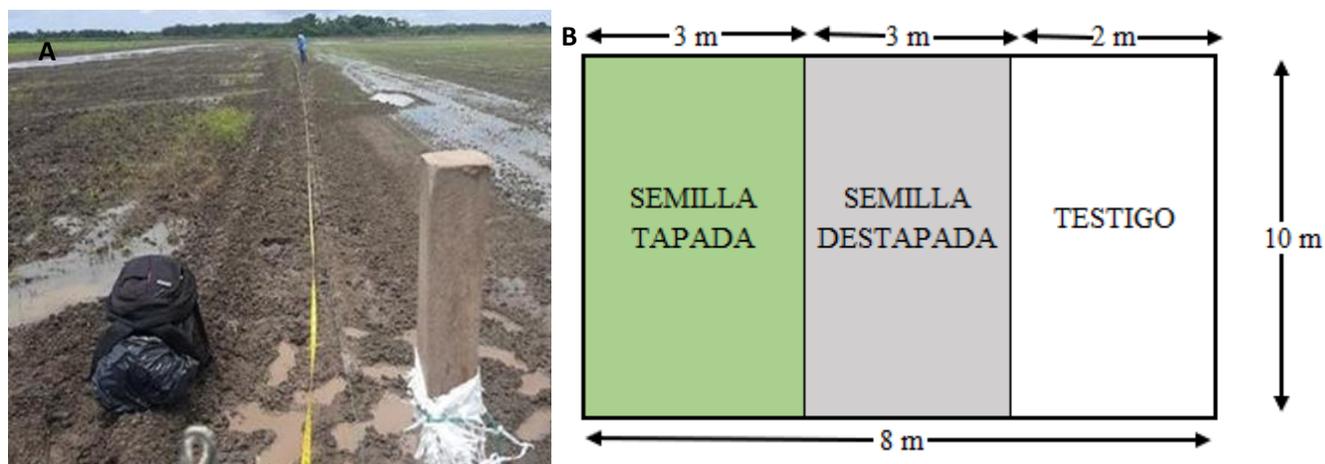
**Figura 3. A. Adecuación del lote. B. Micro nivelación con land plane**



**Fuente: elaboración propia, 2021**

En cuanto al trazado y distribución de las unidades experimentales en campo, cada parcela conto con una medida de 80 m<sup>2</sup> dividida en 3 distancias (3-3-2 metros) separadas por un caballón pequeño. (Figura 4)

**Figura 4. A. Trazado y distribución de las parcelas. B. Diseño**



**Fuente: elaboración propia, 2021**

De igual manera, se realizó una prueba de índice de germinación con el fin de evaluar el porcentaje de brotación del material genético antes de ser llevado a campo (figura 5).

**Figura 5. Germinación del material**



**Fuente: elaboración propia, 2021**

Cada variedad contó con un peso promedio de 450 g que fueron depositados en bolsas de papel Kraft (figura 6).

**Figura 6. Semilla seleccionada para la implementación en campo**



**Fuente: elaboración propia, 2021.**

La siembra se realizó con el método al voleo utilizando la variedad de Fedearroz Itaguá en cada parcela experimental, teniendo en cuenta, la distribución y el diseño del ensayo (figura 7)

**Figura 7. Siembra del material genético en campo**



**Fuente: elaboración propia, 2021.**

Por otro lado, se utilizó una fumigadora manual Royal Condor Clásica con una capacidad promedio de 20 litros equipada con aguilón de 3 metros de cobertura y 5 boquillas de 8002 manómetros y regulador de presión para la aplicación de los productos químicos (herbicidas) en las parcelas experimentales. (figura 8)

**Figura 8. Bomba manual de aplicación del producto**

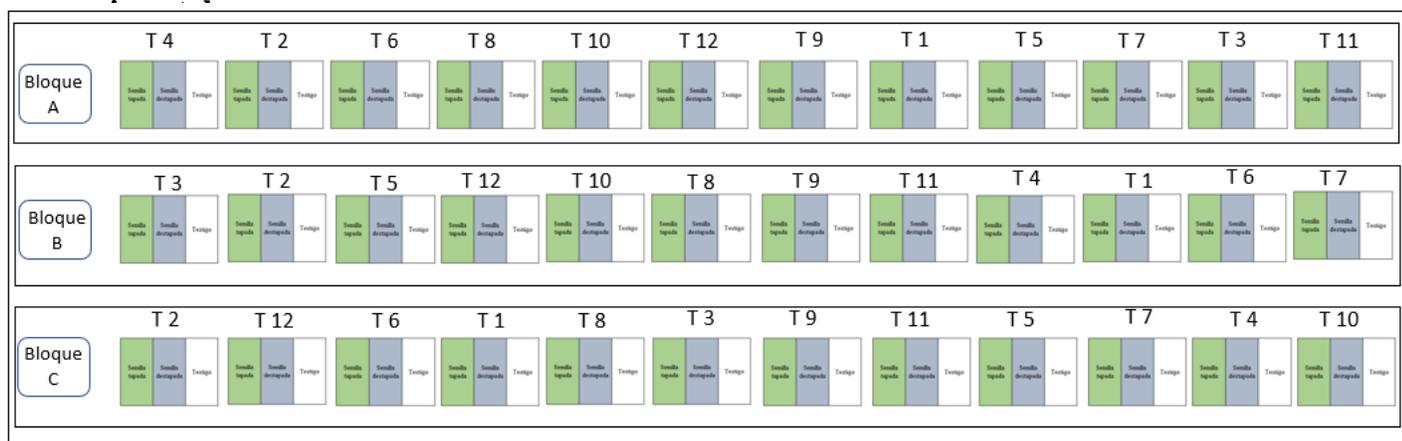


**Fuente: elaboración propia, 2021.**

## Diseño experimental

El ensayo se ejecutó en un Diseño de Bloques al Azar (DBA) con 12 tratamientos, cada uno con 3 repeticiones en un arreglo factorial con dos niveles (A y B). Nivel A, corresponde a las mezclas de herbicidas, nivel B, pertenece al tipo de siembra (tapada o destapada). (figura 9)

**Figura 9. Diseño de la distribución del ensayo**



**Fuente: elaboración propia, 2021.**

El diseño experimental consta de los siguientes tratamientos, cada uno está constituido por la combinación de dos a tres productos químicos. (Tabla 7)

**Tabla 7. Tratamiento del ensayo**

|    | Tratamiento  |
|----|--|
| 1  | Oxadiazon 38 EC 3 L PC/ha+Diflufenican SC 0,4 L PC/ha        |
| 2  | Oxifluorfen 240 EC 1,2 L PC/ha+ Diflufenican SC 0,4 L PC/ha  |
| 3  | Pendimetalina 90 ME 1,5 L PC/ha+ Clomazone 1,5 L PC/ha       |
| 4  | Pendimetalina + Clomazone 1,5 L PC/ha                        |
| 5  | Pendimetalina + Clomazone 3 L PC/ha                          |
| 6  | Clomazone 1,1 L PC/ha+ Pretilaclor 3 L PC/ha                 |
| 7  | Oxifluorfen 240 EC 1,2 L PC/ha+ Pretilaclor 3 L PC/ha        |
| 8  | Bentioacarbo 3 L PC/ha+ Clomazone 1,5 L/ha                   |
| 9  | Bentioacarbo 3 L PC/ha+ Clomazone 1,5 L/ha+ Diflufenican 0,4 |
| 10 | Oxadiazon 38 EC 3 L PC/ha+Butaclor 4 L PC/ha                 |
| 11 | Benzobicyclon  |
| 12 | Testigo  |

### Sistemas de variables y herramientas de medición

Para determinar los resultados del ensayo en campo se tuvieron en cuenta las siguientes variables.

- Porcentaje de eficacia de los productos químicos con la utilización de la escala de Abbot, utilizando la fórmula de efectividad, así mismo, se ubicó dentro de cada parcela experimental un marco de 25 cm\*25 cm con varillas de color naranja (**figura 10**), con el fin de comparar las poblaciones de las malezas respecto al testigo, las evaluaciones se efectuaron a los 5, 10 y 15 días después de la aplicación.

$$\text{Porcentaje de eficacia} = \left( \frac{Cd - Td}{Cd} \right) * 100$$

**Cd:** Infestación de parcela testigo

**Td:** Infestación en parcela tratada

**Figura 10. Adecuación del marco para la toma de datos**



**Fuente: elaboración propia, 2021.**

- La escala de ALAM o EWRS para estimar de manera visual la fitotoxicidad producida al cultivo al momento de aplicar los herbicidas en cada parcela experimental, esta se realizó evaluando los tratamientos y efecto producido al cultivo, de igual manera, se tuvo en cuenta el valor de la escala junto al efecto producido al arvense y al cultivo.

**Tabla 34. Escala de EWRS**

| Valor | Efecto en la maleza                        | Efecto en el cultivo                          |
|-------|--|---|
| 1     | Muerte completa                            | Sin efecto                                    |
| 2     | Muy buen control                           | Síntomas muy ligeros                          |
| 3     | Buen control                               | Síntomas ligeros                              |
| 4     | Suficiente en la practica                  | Síntomas que no se reflejan en el rendimiento |
|       | <b>_____ Limite de aceptabilidad _____</b> |   |
| 5     | Control medio                              | Daño medio                                    |
| 6     | Regular                                    | Daño elevado                                  |
| 7     | Pobre                                      | Daños muy elevados                            |
| 8     | Control muy pobre                          | Daño severo                                   |
| 9     | Sin efecto                                 | Muerte completa                               |

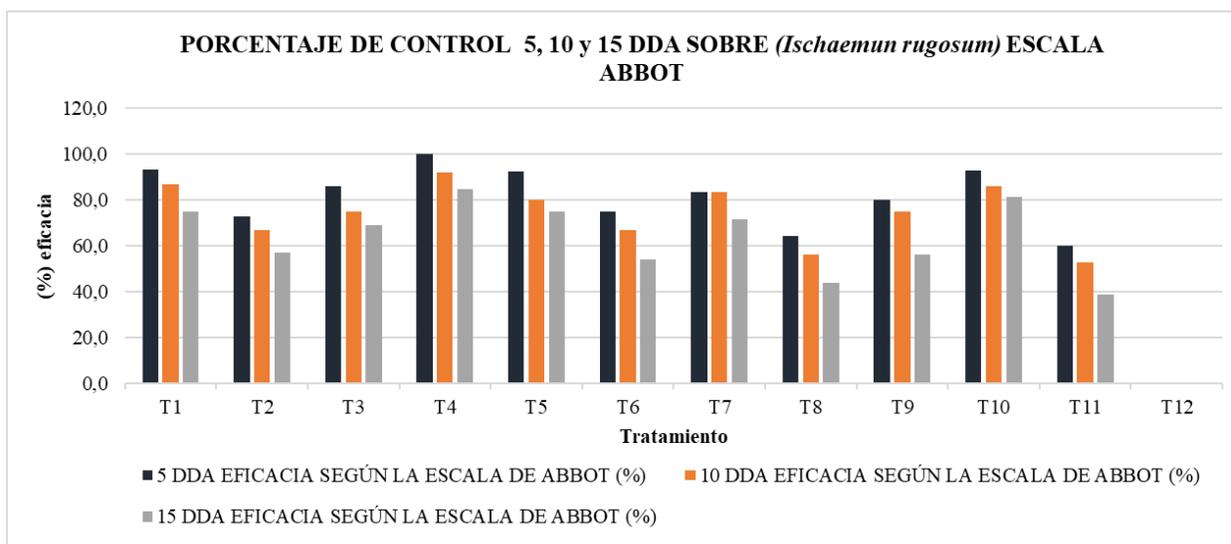
Fuente: Inta, 2016

## RESULTADOS

En la ejecución de la práctica empresarial se obtuvieron los siguientes resultados.

### Porcentaje de control a los 5, 10 y 15 DDA sobre *Ischaemun rugosum* según la escala de Abbot.

**Figura 11. Eficacia de control en *Ischaemun rugosum***



Se identificó la eficacia de los productos en cada una de las tomas realizadas, así mismo, se analizó que a los 5 días después de la aplicación de los pre-emergentes el control es significativo y eficaz, se evidencia a los 10 DDA que la aplicación sigue siendo efectiva, sin embargo, a medida que pasan los días esta pierde efectividad, también se puede identificar que el control a los 15 DDA es totalmente bajo, respecto a los demás.

### Análisis de varianza *Ischaemun rugosum*

La evaluación del control en el arvense *Ischaemun rugosum* según la escala de Abbot permitió evidenciar que el (T4) tiene diferencias significativas respecto a los demás, de igual forma se efectuó un análisis de varianza para mayor grado de confiabilidad. (Tabla 9).

**Tabla 9. Análisis de varianza *Ischaemun rugosum***

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=10,69751

Error: 12,9727 gl: 22

Tratamiento Medias n E.E.

| Tratamiento | Medias | n | E.E. |     |
|-------------|--------|---|------|-----|
| T4          | 92,10  | 3 | 2,08 | A   |
| T10         | 86,63  | 3 | 2,08 | A B |
| T1          | 85,00  | 3 | 2,08 | A B |
| T5          | 82,43  | 3 | 2,08 | A B |
| T7          | 79,33  | 3 | 2,08 | B C |
| T3          | 76,50  | 3 | 2,08 | B C |
| T9          | 70,43  | 3 | 2,08 | C D |
| T2          | 65,50  | 3 | 2,08 | D   |
| T6          | 65,10  | 3 | 2,08 | D E |
| T8          | 54,80  | 3 | 2,08 | E F |
| T11         | 50,93  | 3 | 2,08 | F   |
| T12         | 0,00   | 3 | 2,08 | G   |

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,69377

Error: 12,9727 gl: 22

DDA Medias n E.E.

|    |       |    |      |   |
|----|-------|----|------|---|
| 5  | 74,96 | 12 | 1,04 | A |
| 10 | 68,33 | 12 | 1,04 | B |
| 15 | 58,90 | 12 | 1,04 | C |

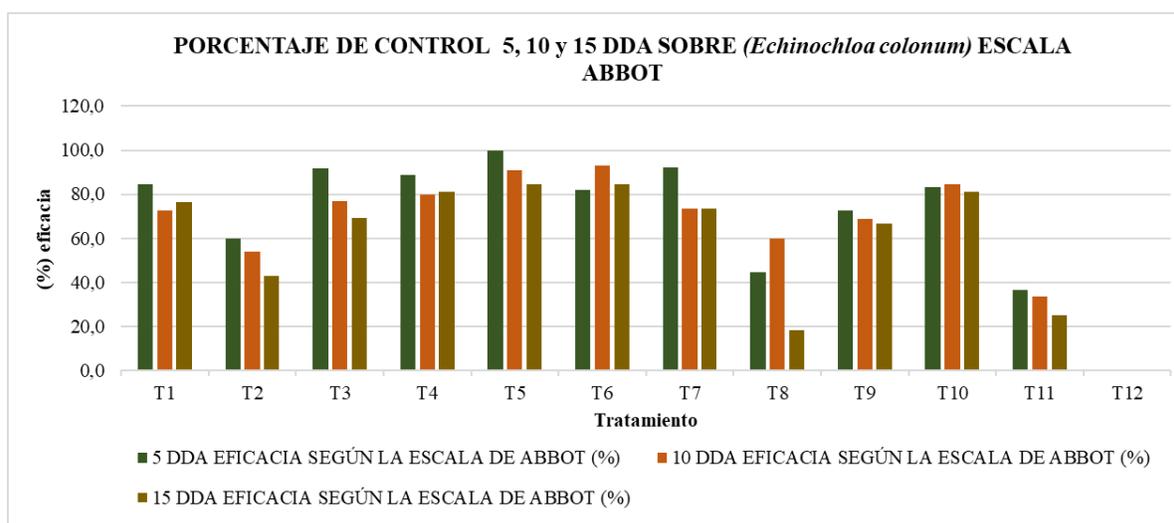
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Dentro de la evaluación de herbicidas se encontró que las mezclas que obtuvieron un porcentaje de eficacia en el control mayor a 80 % para *Ischaemun rugosum* fueron el T4 con los preemergentes Pendimetalina+Clomazone 1,5 PC/ha, Oxadiazon 38 EC 3L PC/ha+Butaclor 4 L PC/ha, el T10 Oxadiacion 38 EC 3 L PC/ha+ Butaclor 4 L PC/ha, el T1 Oxadiacion 38 EC 3 L PC/ha+ Diflufenican SC 0,4 LPC/ha. T5 Pendimetalina+Clomazone 3 L PC/ha . Así mismo, se evidencio que el tratamiento con menor impacto causado en las arvenses fue el (T11) conformado por el pre-emergente Benzobicyclon.

### Porcentaje de control a los 5, 10 y 15 DDA sobre *Echinochloa colonum* según la escala de Abbot.

La eficacia de los herbicidas en el arvense *Echinochloa colonum* son significativos controlando en cada uno de los tratamientos un porcentaje promedio de 76% de la especie, esto permitió identificar que productos tuvieron mayor eficacia en el control, así como la perduración en el tiempo, dando como resultado que a los 5 días después de la aplicación es excelente el producto.

**Figura 12. Eficacia del control sobre *Echinochloa colonum***



### Análisis de varianza *Echinochloa colonum*

Los datos obtenidos en la evaluación del control de los herbicidas en el arvense

*Echinochloa colonum* en cada parcela experimental según la escala de Abbot fueron

significativamente diferentes, de igual forma se efectuó un análisis de varianza para mayor grado de confiabilidad. (Tabla 10)

**Tabla 10 . Análisis de varianza *Echinochloa colonum***

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| EFICACIA | 36 | 0,96           | 0,93              | 11,40 |

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

| F.V.        | SC       | gl | CM      | F     | p-valor |
|-------------|----------|----|---------|-------|---------|
| Modelo      | 27210,91 | 13 | 2093,15 | 38,66 | <0,0001 |
| Tratamiento | 26513,86 | 11 | 2410,35 | 44,52 | <0,0001 |
| DDA         | 697,05   | 2  | 348,53  | 6,44  | 0,0063  |
| Error       | 1191,12  | 22 | 54,14   |       |         |
| Total       | 28402,03 | 35 |         |       |         |

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=21,85412

Error: 54,1416 gl: 22

Tratamiento Medias n E.E.

|     |       |   |      |     |
|-----|-------|---|------|-----|
| T5  | 91,83 | 3 | 4,25 | A   |
| T6  | 86,43 | 3 | 4,25 | A B |
| T4  | 83,40 | 3 | 4,25 | A B |
| T7  | 83,40 | 3 | 4,25 | A B |
| T10 | 83,07 | 3 | 4,25 | A B |
| T3  | 79,27 | 3 | 4,25 | A B |
| T1  | 77,93 | 3 | 4,25 | A B |
| T9  | 67,40 | 3 | 4,25 | B C |
| T2  | 52,23 | 3 | 4,25 | C D |
| T8  | 40,87 | 3 | 4,25 | D E |
| T11 | 28,80 | 3 | 4,25 | E   |
| T12 | 0,00  | 3 | 4,25 | F   |

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,54607

Error: 54,1416 gl: 22

DDA Medias n E.E.

|    |       |    |      |     |
|----|-------|----|------|-----|
| 5  | 69,18 | 12 | 2,12 | A   |
| 10 | 65,85 | 12 | 2,12 | A B |
| 15 | 58,63 | 12 | 2,12 | B   |

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

En los resultados de la evaluación de herbicidas, se encontró que las mezclas obtuvieron un porcentaje de eficacia en el control mayor a 90 % para *Echinochloa colonum* en el tratamiento 5 con los pre-emergentes Pendimetalina+Clomazone CS 3L PC/ha, Clomazone 1,1 LPC/ha+Pretilaclor 3L PC/ha. El tratamiento 10 Oxadiacion 38 EC 3 L PC/ha+ Butaclor 4 L PC/ha, así mismo el tratamiento Pendimetalina +Clomazone 1,5 L PC/ha.

De igual manera se identificó que el control químico es más efectivo en los 5 días después de la aplicación, a los 10 y 15 días después de la aplicación efectúan el mismo control sin ninguna diferencia entre ellos.

Los tratamientos antes mencionados presentaron un porcentaje de eficacia significativo respecto a los demás tratamientos, se evidenció el control excelente de estos preemergentes en la dos arvenses descritas anteriormente. Por lo tanto, se recomiendan para el control de estas gramíneas en el cultivo del arroz.

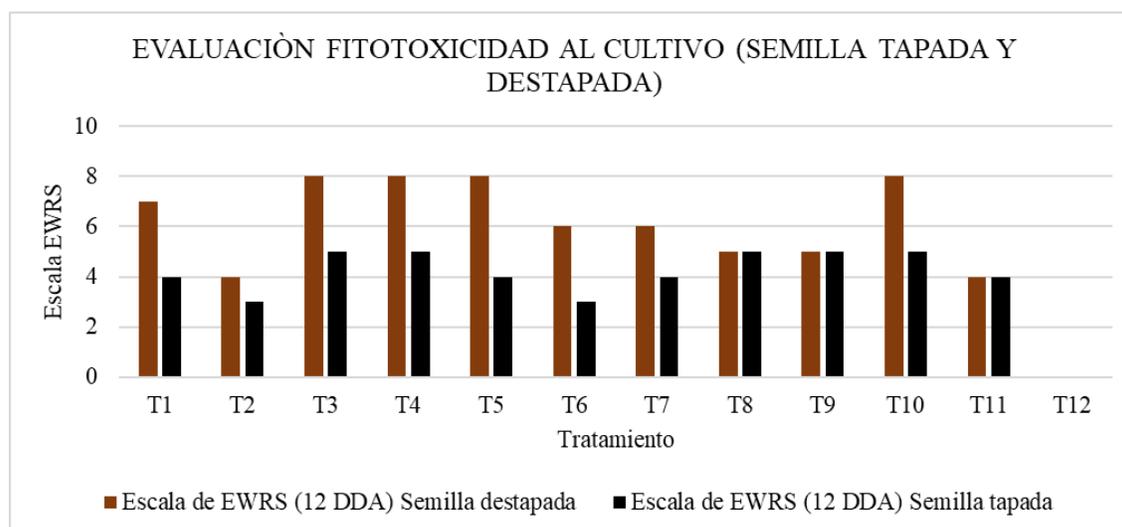
### **Daño ocasionado al cultivo según la escala de EWRS.**

**Tabla 61. Daño producido por los pre-emergentes en el cultivo del arroz**

| Tratamiento | Escala de EWRS (12 DDA) |                |
|-------------|-------------------------|----------------|
|             | Semilla destapada       | Semilla tapada |
| T1          | 7                       | 4              |
| T2          | 4                       | 3              |
| T3          | 8                       | 5              |
| T4          | 8                       | 5              |
| T5          | 8                       | 4              |
| T6          | 6                       | 3              |
| T7          | 6                       | 4              |
| T8          | 5                       | 5              |
| T9          | 5                       | 5              |
| T10         | 8                       | 5              |
| T11         | 4                       | 4              |
| T12         | 0                       | 0              |

Fuente: elaboración propia, 2021.

Se evidencio el daño ocasionado a la semilla del arroz cuando se siembra de forma destapada, por lo tanto, el estrés observado en las plantas mediante la evaluación macro visual con la escala de EWRS permitió alcanzar uno de los objetivos propuestos en el ensayo

**Figura 13. Fitotoxicidad en el cultivo del arroz**

Fuente: elaboración propia, 2021

Se comparo el daño ocasionado en la semilla del arroz cuando se establece de manera tapada o no, dando como resultado que la toxicidad en las plantas se refleja más cuando esta se encuentra destapada, también se identificó que en los tratamientos 3, 4, 5 y 10 el control en la maleza fue un efecto muy leve y en el efecto en el cultivo fue severo.

### Análisis de varianza escala de EWRS

La evaluación de fitotoxicidad en el cultivo del arroz permitió identificar el daño causado a la semilla cuando ésta se siembra de forma tapada o destapada, así mismo, se corroboró dicha información con un análisis de varianza para más grado de confiabilidad de los resultados obtenidos del ensayo experimental. (Tabla 12)

**Figura 12. Análisis de varianza fitotoxicidad en el arroz**

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,36338

Error: 1,1667 gl: 11

| Tratamiento | Medias | n | E.E.     |
|-------------|--------|---|----------|
| T3          | 6,50   | 2 | 0,76 A   |
| T4          | 6,50   | 2 | 0,76 A   |
| T10         | 6,50   | 2 | 0,76 A   |
| T5          | 6,00   | 2 | 0,76 A   |
| T1          | 5,50   | 2 | 0,76 A   |
| T8          | 5,00   | 2 | 0,76 A   |
| T7          | 5,00   | 2 | 0,76 A   |
| T9          | 5,00   | 2 | 0,76 A   |
| T6          | 4,50   | 2 | 0,76 A   |
| T11         | 4,00   | 2 | 0,76 A B |
| T2          | 3,50   | 2 | 0,76 A B |
| T12         | 0,00   | 2 | 0,76 B   |

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,97054

Error: 1,1667 gl: 11

| Siembra           | Medias | n  | E.E.   |
|-------------------|--------|----|--------|
| Semilla destapada | 5,75   | 12 | 0,31 A |
| Semilla tapada    | 3,92   | 12 | 0,31 B |

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

La aplicación de los pre-emergente en el cultivo del arroz generó una afectación fisiológica disminuyendo el crecimiento y desarrollo de las plantas. La fitotoxicidad del cultivo se intensificó cuando la semilla se sembró de forma destapada, siendo los tratamientos 11 y 2 con menor capacidad de afectación, cabe mencionar que la mayoría de los tratamientos evaluados en el ensayo contribuyeron a la disminución de producir fotosíntesis, ya que estos productos inhiben la pigmentación de la planta acelerando el estrés y senescencia de la planta.

## CONCLUSIONES

- Las mezclas de herbicidas que ofrecieron un buen control de *Ischaemum rugosum* como de *Echinochloa colonum* fueron Pendimetalina+Clomazone 1,5 L PC/ así mismo, Pendimetalina+Clomazone SC 3L PC/ha, sin embargo, si se analiza el efecto ocasionado al cultivo tanto en la germinación como en la fitotoxicidad se puede concluir que con semilla tapada los herbicidas pre-emergentes aplicados tienen para ambas especies un buen control y no causaron tanto efecto negativo al cultivo.
- En las aplicaciones con semilla destapada todos los herbicidas presentaron un efecto negativo sobre la germinación en el cultivo causando una mayor fitotoxicidad a las plantas según la escala de ERWS.
- Se pueden aplicar los productos Pendimetalina + Clomazone 3 L PC/ha y Oxadiacion 38 EC 3 L PC/ha+ Butaclor 4 L PC/ha preemergentes para el control de gramíneas *Ischaemum rugosum* y *Echinochloa colonum* en el cultivo del arroz.

## RECOMENDACIONES

- Tener en cuenta el tipo de producto, las mezclas a realizar, las recomendaciones técnicas y épocas oportunas de aplicación.
- Para tener una mayor eficacia de los herbicidas es necesario tener en cuenta: banco de semillas de malezas del lote, comportamiento y fisiología de malezas, corrección del agua (pH) y calibración de equipos.
- Al momento de implementar un cultivo de arroz este se debe sembrar de forma que la semilla quede cubierta para disminuir la fitotoxicidad de los pre-emergentes que se utilizan para el debido control.
- Es necesario tener en cuenta la aparición de nuevas generaciones de malezas, con el fin de programar oportunamente una aplicación post-emergente temprana para complementar el control.
- Los productos preemergentes Pendimetalina + Clomazone 1,5 L PC/ha, Oxadiacion 38 EC 3L PC/ha+ Butaclor 4 L PC /ha y Pendimetalina + Clomazone 3 L PC/ha, son excelentes controlando gramíneas *Ischaemun rugosum* y *Echinochola colonum* en el cultivo del arroz.

## BIBLIOGRAFIA

- Adama. (2015). Shooter 380EC. In ADAMA (Issue 7).  
[https://www.adama.com/documents/392363/402657/HS\\_Shooter380SC\\_012019](https://www.adama.com/documents/392363/402657/HS_Shooter380SC_012019)
- AgroActivo. (2020). *Herbicida oxadiazon intruso 250 EC*.
- AgroSciences, D. (2007). *Goal™ 480 SC*. Dow.  
[http://www.ghcia.com.co/plm/source/productos/2949\\_58\\_154.htm](http://www.ghcia.com.co/plm/source/productos/2949_58_154.htm)
- AgroSciences, D. (2015). *Herbicidas: Goal Tender (Oxifluorfe. Dow, 2*. Agroterra. (2018). *herbicidas*.
- Alvarez, M. (2021). Ficha tecnica: Diflufenican 500 WG\_ DVA. *DVA GO FURRATHER. TOGETHER*, 1–3. <https://dva.com.co/wp-content/uploads/2020/01/FT-FOSETYL-AL-80- WP-DVA.pdf>
- Alvarez, Monica. (2020). BUTACLOR 600 EC-DVA Registro Nacional ICA No. 729 Titular del Registro: DVA DE COLOMBIA LTDA. *DVA GO FURTHER. TOGETHER*, 2, 1–3.
- Alvarez. (2020). FOSETYL AL 80 WP-DVA Registro Nacional ICA No. 1531 Titular del Registro: DVA DE COLOMBIA LTDA. *DVA*, 4, 1–3. <https://dva.com.co/wp-content/uploads/2020/01/FT-FOSETYL-AL-80-WP-DVA.pdf>
- Arias Navarro, V. H., & Carranza Muñoz, P. L. (2018). Clasificación de malezas de arroz en la zona de Yopal, Casanare.
- Bayer. (2019). *Herbicidas*. <https://www.cropscience.bayer.es/es-ES/Productos/Herbicidas> Bayer.
- (2020). *Herbicida Ronstar 38 Sc*. <https://agro.bayer.co/productos/ronstar-sc38> Cabier (s,f).  
 Plan de actuacion en caso de un accidente quimico o biologico.
- Esqueda Esquivel, V. A., & Tosquy Valle, O. H. (2012). Validación de bispiribac-sodio+ clomazone, nueva alternativa de control químico de malezas en arroz de temporal. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(6), 1115-1128.

Esqueda, V. A. (1999). Control de malezas en arroz de temporal con clomazone, propanil y 2, 4-D. *Agronomía mesoamericana*, 43-49.

FAO. (2005). Recomendaciones para el manejo de malezas en el arroz.

Hernández León, F. A. (2011). Evaluación de la resistencia de poblaciones de *Ischaemum rugosum* Salisb. a bispiribac sodio en lotes arroceros de la zona del Ariari, Meta. *Escuela de Posgrados*.

Herrera González, M. Á. (2018). *Control de malezas post-emergentes en el cultivo de arroz Oryza sativa L. con cinco dosis de propanil+ clomazone*.

Pulido Cárdenas, J. C. (2016). Estimación de pérdidas en los cultivos de arroz seco en tres fincas de los municipios de Yopal y Aguazul por algunos factores edafoclimáticos.

Tinoco, R., & Acuña, A. (2009). Cultivo de arroz (*Oryza sativa*). San José, Costa Rica: INTA

## ANEXOS

### Registro fotográfico

**Figura 14. Marco para la toma de datos en la escala de Abbot**



Fuente: elaboración propia, 2021

**Figura 15. Efecto de los pre-emergentes en el cultivo**



Fuente: elaboración propia, 2021

**Figura 16. Lote preparado para la siembra**



Fuente: elaboración propia, 2021

**Figura 17. Plántula de *Ischaemun rugosum***



Fuente: elaboración propia, 2021

**Figura 18. Plántula *Echinochloa colonum***



Fuente: elaboración propia, 2021