

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE DESARROLLO AGROPECUARIO

**EVALUACIÓN DE LOS COSTOS Y LA EFICACIA DEL HERBICIDA
IPFENCARBAZONE 25® SC EN EL CONTROL DE MALEZAS POACEA DE
IMPORTANCIA EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L) EN LA
PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

JONATHAN TEJEDOR
4-781-1899

DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ

2018

**EVALUACIÓN DE LOS COSTOS Y LA EFICACIA DEL HERBICIDA
IPFENCARBAZONE 25® SC EN EL CONTROL DE MALEZAS POACEA DE
IMPORTANCIA EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L) EN LA
PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL TITULO DE
INGENIERO EN AGRONEGOCIOS Y DESARROLLO AGROPECUARIO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE DESARROLLO AGROPECUARIO**

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL
DEBE SER OBTENIDO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

APROBADO:

Ing. Zyddi S. Vissuetti S. M.Sc. _____
DIRECTOR

Ing. José Binns Ph. D _____
ASESOR

Ing. Roberto Atencio M.Sc. _____
ASESOR

**DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ**

2018

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a mi Señor y Salvador Jesucristo, cuya misericordia y gracia me ha permitido la salud y conocimiento para realizar con éxito esta tesis.

De igual modo dedico este trabajo a mis padres, Saúl y Carmen, quienes han sido modelo de esfuerzo, dedicación y superación. Mis pilares de confianza y dignos de mi mayor admiración. Estaré en deuda con ambos durante toda mi vida. Han creído en mi potencial desde el día que nací.

Dedico esta tesis a todas y cada una de mis hermanas, cuñados y sobrinos. De igual modo mis abuelos y tíos.

Jonathan Tejedor

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios por darme la capacidad, conocimiento y sabiduría, no solo para llevar a cabo este trabajo de grado sino durante toda mi etapa universitaria. Estoy en deuda por tantas bendiciones cada día.

A mi amorosa y numerosa familia, sobre todo mis padres, cuyo soporte ha sido un pilar en mi vida. Me honra contar con su calidez y atención.

A los profesores Juan Corella, José Ramón Binns y Roberto Atencio a quienes respeto y admiro. Durante toda mi etapa universitaria fueron dignos de mi aprecio y ha sido un honor para mí contar con sus enseñanzas, las cuales aplicaré en mi vida profesional.

A mi profesor asesor Zyddi Visuetti por su atención y enseñanzas para alcanzar la meta propuesta al inicio de este trabajo de grado.

De igual modo a la empresa Fertica y al Ingeniero Carlos Franco por darme la oportunidad de desarrollar este trabajo de grado.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias y sus funcionarios.

Jonathan Tejedor

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | Pág. |
|---|------|
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTO | iv |
| ÍNDICE DE CONTENIDO | v |
| ÍNDICE DE CUADROS | vii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | ix |
| RESUMEN | x |
| ABSTRACT | xi |
| 1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 Planteamiento del problema..... | 5 |
| 1.2 Antecedentes..... | 6 |
| 1.3 Justificación..... | 7 |
| 1.4 Objetivos del estudio | 9 |
| 1.4.1 Objetivo general..... | 9 |
| 1.4.2 Objetivo específico..... | 9 |
| 1.5 Hipótesis..... | 9 |
| 1.6 Alcances y limitaciones del estudio | 10 |
| 2. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 11 |
| 2.1 Generalidades del cultivo de arroz | 11 |
| 2.2 Importancia de las malezas..... | 13 |
| 2.3 Control de malezas..... | 15 |
| 3. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 17 |
| 3.1 Ubicación del ensayo | 17 |
| 3.2 Análisis de suelo..... | 17 |
| 3.3 Preparación y siembra de suelo..... | 17 |
| 3.4 Manejo agronómico..... | 18 |
| 3.5 Herbicida Ipencarbazone 25% SC | 18 |
| 3.6 Diseño experimental..... | 19 |
| 3.6.1 Modelo lineal aditivo..... | 20 |

| | |
|---|-----------|
| 3.6.2 Modelo matemático | 20 |
| 3.6.3 Aplicación de los tratamientos con herbicidas a diversas dosis... | 20 |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 23 |
| 4.1 Análisis de Resultados..... | 26 |
| 4.2 Análisis de costos de Ipfencazone® 25 SC..... | 27 |
| 5. CONCLUSIONES | 32 |
| 6. RECOMENDACIONES | 34 |
| 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 35 |
| 8. ANEXOS DE FIGURAS..... | 39 |

ÍNDICE DE CUADROS

| N° | TÍTULO | Pág. |
|-------|--|------|
| I. | Dosis de los herbicidas evaluados como tratamientos en el experimento, dentro del cultivo del arroz (<i>Oryza sativa</i> L). | 21 |
| II. | Escala para valorar fitotoxicidad al cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L). | 22 |
| III. | Complejo de malezas asociadas al arroz en parcela No. 4. CEIACHI. | 23 |
| IV. | Complejo inicial de poblaciones de malezas Poaceas. | 24 |
| V. | Análisis general de resultados <i>Rottboellia cochinchinensis</i> | 24 |
| VI. | Análisis general de resultados <i>Echinochloa colona</i> | 25 |
| VII. | Análisis general de resultados <i>Digitaria sanguinalis</i> | 25 |
| VIII. | Análisis general de resultados <i>Cynodon dactylon</i> | 25 |
| IX. | Análisis general de resultados <i>Eleusine indica</i> | 26 |
| X. | Comparación de aplicación, cobertura y rango del Ipfencarbazone® 25 SC con otras formulaciones del mercado local para el control de malezas. | 28 |
| XI. | Costo de herbicidas por hectárea sin considerar equipo e implementos involucrados en la aplicación. | 28 |
| XII. | Costo del herbicida Ipfencarbazone 25® SC por hectárea considerando equipo e implementos involucrados en la aplicación. | 28 |
| XIII. | Costo del herbicida PANIUS® por hectárea considerando equipo e implementos involucrados en la aplicación. | 29 |

| | | |
|-------|---|----|
| XIV. | Costo del herbicida PROWL® por hectárea considerando equipo e implementos involucrados en la aplicación. | 29 |
| XV. | Costo del herbicida BISPYRIBAC® por hectárea considerando equipo e implementos involucrados en la aplicación. | 29 |
| XVI. | Costo del herbicida RIFIT® por hectárea considerando equipo e implementos involucrados en la aplicación. | 30 |
| XVII. | Costo del herbicida COMMAND® por hectárea considerando equipo e implementos involucrados en la aplicación. | 30 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| FIGURA | DESCRIPCIÓN | Pág. |
|--------|---|------|
| 1. | Preparación del terreno con el equipo mecánico utilizando una rastra liviana. | 28 |
| 2. | Muestras de Herbicidas de estudio para su evaluación de eficiencia biológica versus el control absoluto en el estudio. | 28 |
| 3. | Medición de la dosis por tratamiento recomendada para cada aplicación en las unidades experimentales de cada bloque. | 29 |
| 4. | Para identificar los tratamientos se rotularon letreros indicando en cada bloque, el tratamiento con T y la repetición con R . | 29 |
| 5. | Aplicaciones de Ipfencarbazone 25 SC y herbicida Command, utilizando una bomba de espalda de 20 litros con una boquilla Jeet 800 para asperjar los productos. | 30 |
| 6. | Complejo de malezas presente en el cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L) posterior a 7 días de la aplicación del herbicida Ipfencarbazone® 25 SC. | 30 |
| 7. | Identificación en el área de ensayo de la maleza <i>Echinochloa colona</i> . | 31 |
| 8. | Identificación en el área de ensayo de la maleza <i>Cyperus spp</i> y <i>Calopogonium mucunoide</i> . | 31 |
| 9. | Identificación en el área de ensayo de la maleza <i>Digitaria sanguinalis</i> . | 32 |
| 10. | Identificación en el área de ensayo de la maleza <i>Rottboellia cochinchinensis</i> . | 32 |
| 11. | Localización del área experimental (Diseño Experimental Bloques al Azar) ubicada en la parcela No. 4 del CEIACHI. | 33 |

Jonathan Tejedor. 2018. **EVALUACIÓN DE LOS COSTOS Y LA EFICACIA DEL HERBICIDA IPFENCARBAZONE 25® SC EN EL CONTROL DE MALEZAS POACEA DE IMPORTANCIA EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L) EN LA PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.** Tesis Ing. en Agronegocios y Desarrollo Agropecuario. Chiriquí. Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

RESUMEN

Esta investigación se realizó en el Centro de Investigaciones Agropecuarias de Chiriquí – Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, ubicada en el Distrito de David corregimiento de Chiriquí (CEIACHI).

El ensayo inició el 15 de julio y terminó el 16 de octubre del año 2017.

El presente estudio se realizó con el objetivo de evaluar la eficacia y costo de producción por hectáreas del herbicida Ipfencarbazone® 25 SC par el control de malezas Poaceas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L). Tres dosis (0.8, 0.6 y 0.4 litros por hectáreas fueron examidas), un producto comercial Command® 48 EC y un testigo sin tratar.

Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) que consistió en 5 tratamientos con 5 repeticiones. Los datos obtenidos fueron analizados con el programa SAS, (CA, USA 2008). Se realizó una prueba de análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de medias de Duncan. Los resultados indicaron diferencia significativa entre los tratamientos y los costos no representan menor inversión en su aplicación.

La proyección de este trabajo es ayudar a los productores del rubro de arroz a utilizar un herbicida que reduzca sus costos de producción y controlen sus malezas más importantes.

PALABRAS CLAVE: Costos, Malezas, Herbicidas.

Jonathan Tejedor. 2018. **EVALUATION OF THE COSTS AND EFFECTIVENESS OF HERBICIDE IPFENCARBAZONE 25® SC IN THE CONTROL OF WEEDS OF POACEA OF IMPORTANCE IN RICE (*Oryza sativa* L) IN THE PROVINCE OF CHIRIQUÍ.** Thesis Agronomist in Agricultural Development and Agrobusiness. Chiriqui Panama. Faculty of Agricultural Sciences.

ABSTRACT

This research was conducted at the Chiriquí Farming Research Center - Faculty of Agricultural Sciences of the University of Panama, located in the District of David, Chiriquí (CEIACHI).

This trial began on July 15 and ended on October 16, 2017.

The present study was carried out with the objective of evaluating the efficiency and cost of production per hectare of the herbicide Ipfencarbazone® 25 SC for the control of Poaceas weeds in the rice crop (*Oryza sativa* L). Three doses (0.8, 0.6 and 0.4 liters per hectare were used, a commercial product Command® 48 EC and an untreated control).

A Design of Blocks Completely Random (DBCA) was used and consisted of 5 treatments with 5 repetitions. The data were analyzed with the SAS Statistical Analysis program, (CA, USA 2008). An analysis of variance test was carried out. (ANOVA) and Tukey's means test. The results obtained indicated that there was a significant difference between the treatments and the costs do not represent less investment in their application.

The projection of this work is to help rice producers to use an herbicide that reduces their production costs and controls their most important weeds.

KEY WORDS: Costs, Weeds, Herbicides.

1. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es vital para las mayores poblaciones del mundo y está profundamente relacionado con el patrimonio cultural de numerosas sociedades. Es un rubro básico en la alimentación y mitigación de la pobreza en muchos países en vías de desarrollo. El rendimiento del cultivo está relacionado con la interferencia de diversos agentes bióticos o abióticos, los que interactúan con las plantas y, además, se relacionan con el ambiente. El cultivo de arroz puede ser afectado por insectos plaga, enfermedades y malezas. Es importante considerar que hay plantas que se las denominan malas hierbas y pueden ser utilizadas con fines alimenticios o medicinales otras previenen la erosión del suelo y reciclan nutrientes en áreas de barbecho. Debido a esto es necesario entender que el concepto de maleza es relativo (ANAR, 2010).

Según MIDA (2008) Panamá es uno de los países del área centroamericana con mayor consumo per cápita de arroz, uno de los alimentos indispensables en la dieta del panameño. En consecuencia, su producción tiene una gran importancia a nivel social, político, económico y, sobre todo, en lo relacionado con la seguridad alimentaria del país. Alrededor de 1700 productores cultivan entre 65 000 a 70 000 hectáreas por año, con una producción cercana a los siete millones de quintales de arroz húmedo y sucio, lo que en principio hace suponer que la producción nacional podría abastecer la demanda del país. No obstante, en los últimos años, después de la afectación en el campo de un acaro en el año 2004, la superficie sembrada de arroz disminuyó, lo que provocó que la producción también se

redujera y, por ende, la necesidad de aprobar contingentes extraordinarios para cubrir los déficits.

Según Stevens (2001) en los arrozales de Panamá las malezas principales se agrupan básicamente en tres familias: Gramíneas, ciperáceas y pontederiáceas; todas pertenecientes a la clase monocotiledónea. Las gramíneas se caracterizan por tener tallos cilíndricos, huecos o macizos, con nudos y entrenudos y tienen como representantes más frecuentes las siguientes especies: *Echinochloa colona* (Paja de puerco), *Rottboellia cochinchinensis* (Tuquito), *Digitaria sanguinalis* (Paja blanca), *Eleusine indica* (Pata de gallina), *Cynodon dactylon* (Estrellita), *Cyperus rotundu* (Pimentilla) entre otras.

Es difícil precisar estrictamente en una definición, lo que se entiende por malezas, ya que una planta puede ser perjudicial en un lugar y beneficiosa en otro, resultar buena para unos, mientras que para otros es indeseable. Muchas son las definiciones que se le han dado al término maleza, el cual deriva del latín *malitia* que se traduce como malo o maldad, pero casi todas ellas apuntan a la relación que el Hombre establece con las plantas. Se dice entonces, que las malezas son plantas que obstaculizan el normal desarrollo de las cultivadas, así como el uso de los recursos hidráulicos o que de alguna manera afectan negativamente el bienestar del hombre (Medrano, 1999).

La terminología más sencilla de maleza las define como plantas fuera de lugar, es decir, que crecen donde no se desean, sin introducción voluntaria y que poseen una serie de características que no tienen la mayoría de las plantas cultivadas.

Algunas de estas características son: vigorosa producción de semillas, rusticidad, capacidad de reproducirse en ambientes inhóspitos, alta velocidad de crecimiento y desarrollo, etc (Oliveros *et al.*, 1998).

Un herbicida es un producto fitosanitario utilizado para eliminar plantas indeseadas. Algunos actúan interfiriendo con el crecimiento de las malas hierbas y se basan frecuentemente en las hormonas de las plantas. En la actualidad, es inconcebible que las grandes producciones de cultivos existentes puedan sobrevivir sin el uso de fitosanitarios. En particular, el uso de herbicidas es necesario si queremos mantener las producciones actuales. Será difícil la eliminación de los herbicidas ya que no existe hoy en día una alternativa válida. Sin embargo, lo que si se debe fomentar es el adecuado manejo de herbicidas como es el uso de dosis más bajas, nuevas formulaciones o la integración con métodos no químicos (Terry, J., 1997).

La familia Poaceas es la que más especies muestra asociadas. Esto resulta lógico toda vez que el cultivo pertenece a la misma familia. En los sistemas agrícolas las malezas más frecuentes son aquellas que pertenecen a la misma familia de la planta de interés, ya que tienen similitudes en sus necesidades de recursos al ser plantas filogenéticamente emparentadas (Puentes, 2003). Esta situación relacionada con la familia Poaceas en el cultivo de arroz también es puesta en evidencia en los trabajos de Fuentes *et al.* (2006a) y Fuentes *et al.* (2010).

El arroz es el principal alimento básico en los países en desarrollo y es fundamental para la economía de muchos países de escasos recursos. Para algunos de ellos, el control químico de las malezas se ha convertido en una práctica normal y los herbicidas como propanil, thiobencarb, butachlor y oxadiazon entre otros, son corrientemente usados en aplicaciones de pre o postemergencia. Si bien esos tratamientos han incrementado la productividad de los agricultores también han traído consigo la proliferación de algunas especies de difícil control para las cuales los agroquímicos no parecen ser una solución a largo plazo.

El arroz (*Oryza sativa* L.) es una de las principales actividades agrícolas en Asia y América Latina. El valor social potencializa su importancia en aquellos países en vía de desarrollo gracias a la generación de empleo y a su valor en la nutrición humana (FAO, 2009a; FAO, 2009b). El arroz (*Oryza sativa* L.) es una de las principales actividades agrícolas en Asia y América Latina. El valor social potencializa su importancia en aquellos países en vía de desarrollo gracias a la generación de empleo y a su valor en la nutrición humana (FAO, 2009a; FAO, 2009b).

La riqueza y diversidad de la flora de malezas cambia de acuerdo con la zona, debido a las características propias de los cultivos en cada una. De lo anterior se puede deducir que existe una mejor adaptación de algunas especies a determinadas condiciones arroceras del país (Hernández, 2011; Puentes, 2003).

Un concepto que permite establecer las relaciones de competencia entre plantas de cultivo y malezas es el periodo crítico de competencia. Se define como aquel intervalo de tiempo en el que el cultivo debe estar libre del efecto adverso de las malezas (Juraimi et al., 2009). Teniendo en cuenta la necesidad de controlar eficientemente las malezas en estos periodos críticos, las aplicaciones de herbicidas cobran importancia ya que facilitan el establecimiento de las plantas de interés comercial al afectar o detener por completo el crecimiento y desarrollo de aquellas especies nocivas para el rendimiento. Es de resaltar que el éxito de una operación de control con una molécula herbicida depende del tiempo de emergencia de las malezas, de las especies de plantas, del estado de desarrollo de las mismas, de la correcta elección del ingrediente activo, del adecuado desarrollo de la aplicación entre otros factores. Esto es importante ya que el optimizar la eficiencia de los herbicidas redundaría en la disminución de costos de producción y en la protección del cultivo de daños importantes (Juraimi et al., 2009).

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las pérdidas en el rendimiento no tienen siempre la misma intensidad ya que son influenciadas en gran medida por la oferta ambiental y por las características de riego en que se establezca el cultivo. Se reportan disminuciones en el rendimiento bajo condiciones de secano y siembra directa del orden del 9% (Tomita et al., 2003). Johnson et al. (2004) por su parte reporta pérdidas de 49% y 47% si las

malezas no son controladas bajo el mismo sistema de siembra directa con un sistema de riego.

Es común encontrar en la literatura diferencias en pérdidas del cultivo de arroz de acuerdo con la condición de humedad. Se reporta que el rendimiento del cultivo bajo condiciones de arroz riego fue de 170 Kg/Ha^{-1} cuando la comunidad de malezas no fue controlada y de 2940 Kg/Ha^{-1} bajo control total de malezas; esto indica el 94% de pérdidas en el rendimiento cuando las plantas adventicias no son controladas. De manera similar, en arroz seco se encontraron rendimientos de 140 Kg/Ha^{-1} en ausencia de control de malezas y de 3640 Kg/Ha^{-1} sin competencia, esto indica que el efecto de estas plantas causa el 96% de pérdidas en el rendimiento bajo éstas condiciones (Chauhan y Johnson, 2011).

Las características de monocultivo en las que se desarrolla la actividad arrocera, la elevada dependencia del control químico de malezas y la gran cantidad de moléculas herbicidas empleadas en las diferentes fases del cultivo, hace necesario el desarrollo de investigaciones que evalúen la eficiencia de los herbicidas con el fin de encontrar estrategias que mejoren los niveles de control (Fischer y Valverde, 2005).

1.2 ANTECEDENTES

La competencia es compleja, debido a que muchas variables interactúan en la determinación del grado de pérdida de rendimiento en una situación dada (FAO,

2005). En general, las pérdidas de rendimiento causadas por las malezas son un factor que pasa desapercibido debido a que no se controla la germinación de malezas que puedan provocar pérdidas económicas a productores nacionales.

La aplicación de herbicidas para el control de las poblaciones de malezas en el cultivo de arroz es una herramienta importante dada su eficiencia y facilidad de uso. Representan una actividad de disturbio ejercida por el hombre que afecta de manera directa la composición de la comunidad y la importancia de determinadas especies de malezas en algunos momentos del ciclo de cultivo. La utilización de moléculas herbicidas es entonces un agente dinamizador. A pesar de la utilización de éstas valiosas herramientas en cantidades considerables ciclo tras ciclo, se observan en los predios arroceros infestaciones altas de malezas nocivas. Uno de los mecanismos que aseguran esta supervivencia en un sistema agrícola sometido a disturbios, es la elevada producción de semillas por parte de plantas que escapan de los métodos de control (Concenco et al., 2013a).

1.3 JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con Stevens (2007) el monocultivo de arroz, la elevada dependencia en el control químico de malezas, y el uso repetido de un mismo tipo de herbicidas han conducido a la evolución de resistencia en las poblaciones de malezas causando pérdidas de rendimiento e incrementando los costos y el riesgo ambiental. Los herbicidas son herramientas esenciales cuyo empleo debe racionalizarse. Su uso repetido selecciona genotipos capaces de sobrevivir y

reproducirse luego de un tratamiento herbicida que normalmente controla a esa maleza.

Según Fedearroz (2003) el periodo crítico de competencia para el cultivo de arroz comprende los primeros 30 días de desarrollo después de emergencia ya que efectos de competencia en esta época pueden disminuir el rendimiento en un 30%.

El área plantada de arroz que hace más de una década era de 72 mil hectáreas actualmente oscila entre 48 y 50 mil hectáreas. El consumo per cápita anual de arroz está alrededor de los 80 kilos, uno de los más altos del mundo (Martinelli, 2016).

En el manejo del cultivo se dan 3 aristas de importancia:

1. Manejo del plan de fertilización.
2. Manejo del plan sanitario.
3. Plan de control de malezas.

Teniendo como referencia en la importancia de este estudio, el tercer punto de interés en el manejo del cultivo según Labrada y Parker (1999) las malezas compiten con los cultivos por los nutrientes del suelo, el agua y la luz; hospedan insectos y patógenos dañinos a las plantas de los cultivos y sus exudados de raíces y/o filtraciones de las hojas pueden ser tóxicos para las plantas cultivadas.

Las malezas además interfieren con la cosecha del cultivo e incrementan los costos de tales operaciones. Además, en la cosecha, las semillas de las malezas pueden contaminar la producción. Por lo tanto, la presencia de malezas en las áreas de cultivo reduce la eficiencia de los insumos tales como el fertilizante y el agua de riego, fortalecen la densidad de otros organismos y plagas y, finalmente, reducen severamente el rendimiento y calidad del cultivo.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 General

Evaluar los costos y eficacia del herbicida Ipfencarbazone 25® sc en el control de malezas Poaceas de importancia en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la provincia de Chiriquí.

1.4.2 Específicos

1. Identificar las malezas de importancia económica.
2. Evaluar bajo condiciones de campo la eficacia del herbicida Ipfencarbazone® 25 SC para el control pre-emergente de malezas en arroz (*Oryza sativa* L).
3. Evaluar la selectividad del herbicida Ipfencarbazone® 25 SC al arroz.
4. Evaluar los costos de aplicación del herbicida Ipfencarbazone® 25 SC por hectárea y compararlo con otros 5 herbicidas de acción similar.

1.5 HIPÓTESIS

Ho: El herbicida Ipfencarbazone® 25 SC no es eficaz en el control de poaceas de importancia agrícola en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L).

Ha: El herbicida Ipfencazone® 25 SC es eficaz en el control de poaceas de importancia agrícola en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L).

1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES

Estudios de fitosociología de comunidades de malezas de carácter cuantitativo en una zona y en un tiempo determinado permiten hacer un análisis momentáneo de la composición de la vegetación, obteniendo datos de frecuencia de aparición, densidad, importancia etc. Los estudios fitosociológicos son una herramienta que permite hacer varias inferencias sobre una comunidad de plantas (Erasmus et al., 2004). El entendimiento del comportamiento social de especies vegetales permite entender las posibles razones por las que suceden estas situaciones dinámicas.

La competencia entre las plantas de una comunidad se presenta cuando la demanda colectiva por uno o más de los recursos que se requiere para el crecimiento de éstas sobrepasa la oferta que provee el medio ambiente. Los factores que regulan la expresión de este fenómeno son, temperatura y luminosidad, fertilidad del suelo, disponibilidad de agua, densidad de plantas, composición botánica de la población de malezas y tipo de cultivares (Fischer, 1998).

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades del cultivo de arroz

El arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los cultivos más antiguos, ha formado parte de la alimentación del ser humano durante casi 10,000 años (Acevedo et al., 2006). Ocupa el segundo lugar a nivel mundial después del trigo en superficie cosechada; pero si se considera su importancia como cultivo alimenticio, proporciona más calorías por hectárea que cualquier otro cultivo de cereales. Constituye el alimento básico de cerca del 50 % de la población mundial. Aunque es producido y consumido mayormente en Asia, se siembra con fines comerciales en más de 100 países (FAO, 2006; Jiménez et al., 2009; Franquet y Borrás, 2010).

Es el cultivo de grano más importante para el consumo humano en los países tropicales de la región de América Latina y el Caribe, porque proporciona más calorías a la dieta de los habitantes de esa región que el trigo, el maíz, la yuca, la papa y otros alimentos. Brinda a los consumidores de escasos recursos, en particular, más calorías que cualquier otro cultivo de primera necesidad. En esta región de rápido crecimiento urbano, el fuerte atractivo del arroz corresponde a su conveniencia y sus muchas bondades alimenticias (CIAT, 2015).

En la región centroamericana es muy importante el arroz (*Oryza sativa* L) como alimento básico de la población, esta aumenta a medida que se avanza hacia el sur de la región. Panamá, Costa Rica y Nicaragua son los países del istmo que más consume arroz (CIAT, 1985).

Según CIAT (1985) en sistema de secano no se utilizan muros o caballones o cualquier otra estructura de retención o conducción de agua. La ausencia de la lámina de agua produce interacciones negativas en la acción de los herbicidas, la nutrición mineral, el control de malezas, plagas y enfermedades, resultando en un complejo de limitaciones y un ecosistema inestable y variado. El comienzo de las lluvias marca el momento en el cual la preparación ya debe haber culminado y se debe estar listo para iniciar las labores de siembra. La preparación del terreno en seco produce un volteado de las primeras capas de suelo y saca a la superficie semillas que se encontraban profundas. Esta situación y el mullido o desterronamiento crean condiciones propicias para la germinación de una gran cantidad de malezas. La presencia de un medio aeróbico determina la existencia de una gran cantidad de especies de fácil adaptación y sobrevivencia en este hábitat.

En el caso de las plantas las incorporaciones de nuevos individuos a una población se refieren al número de semillas producidas, al número de semillas en germinación o a la cantidad de individuos que se reproducen vegetativamente. El banco de semillas es clave ya que puede originar poblaciones de plántulas de diferentes densidades de acuerdo con el grado de latencia que presenten las semillas en el suelo. Aspectos de la biología de las 16 malezas como el potencial de emergencia y la germinación son importantes en la dinámica de poblaciones (Arrieta et al., 2004).

El arroz (*Oryza sativa* L.) es una gramínea monoica y anual, de crecimiento rápido y con gran capacidad reproductiva, adaptada a diversas condiciones. El arroz se

cultiva por diferentes métodos, que varía desde secano ya sea mecanizado o manual, hasta la inundación constante en el cual se utiliza en ocasiones la preparación bajo agua o fangueo. La producción de arroz de secano está en manos de pequeños productores, mientras que el arroz de riego es cultivado por los grandes productores, esto se debe al monto de inversión (MAG-FOR, 1998).

Aunque hay diferencias sobre el centro de origen del arroz, la mayoría de los autores sostienen que el mismo corresponde al sur de la India, y que su propagación inicio desde el sureste asiático a China (INTA 2008). Con respecto a su clasificación botánica, el arroz se define como una gramínea anual de tallos redondos y huecos compuestos de nudos y entrenudos, hojas de lámina plana unidas a los tallos por la vaina y su inflorescencia es una panícula; el cual pertenece a la clase Monocotiledónea, orden Glumifora, familia Poaceae y la tribu Oryzae (INTA 2008).

2.2 Importancia de las malezas

El componente de malezas es uno del más sentido entre los agricultores, debido a los altos costo de los métodos de control utilizados actualmente para su manejo, de los cuales, muchas veces no se obtienen los resultados esperados (Hernández, 1992). Además, las malezas son hospederos de plagas y enfermedades, afectan la calidad de los productos, pueden ser causa de intoxicación al ganado, problemas a la salud humana, dificultan y demoran las operaciones agrícolas, y disminuye el valor de la tierra (FEDERROZ, 1985).

Las arvenses, son y han sido un factor de primordial importancia en los arrozales. Hoy en día, se acepta que el rendimiento y la rentabilidad del cultivo depende del eficiente y oportuno manejo de las arvenses (González, 1985). El periodo crítico de la competencia de las arvenses en el cultivo de arroz varía de los 30 a 45 días después de la siembra, por eso y sobre todo a lo largo de este periodo, el cultivo debe mantenerse libre de arvenses. En los arrozales de Nicaragua se presentan ciertas especies de arvenses que son resistentes a los diferentes herbicidas que sean utilizados en los últimos años. (INTA, 2000).

Las malezas constituyen el mayor o el principal problema en el cultivo de arroz. Se estima que en el país el 70 % de las pérdidas de la producción de arroz se debe a la competencia causada por las malezas a la plantación. Por eso es importante que el productor planifique y efectúe un buen control de malezas en su cultivo.

La comunidad de malezas del cultivo de arroz alcanza las 1.800 especies a nivel mundial (Rao et al., 2007). Se destacan especies que pertenecen a las familias Cyperaceae y Poaceae (Rao et al., 2007). Algunas están mejor adaptadas que otras a las condiciones de cultivo, por ende, representan los principales problemas de competencia. Es el caso de especies como *Echinochloa colona*, *Ischaemum rugosum*, *Fimbristylis miliacea* y aquellas pertenecientes al género *Cyperus* (Rao et al., 2007), que son consideradas responsables de las mayores pérdidas de rendimiento del cultivo de arroz en zonas tropicales. La intensidad de las pérdidas puede variar de acuerdo con el tiempo de interferencia y al nivel de infestación de los lotes (Rao et al., 2007). El nivel de interferencia y la aparición de malezas es

influenciada por factores de disturbio de las actividades agrícolas y por cambios en condiciones climáticas y edáficas (Pitelli, 2000).

2.3 Control de malezas

La problemática del manejo y control de las arvenses en el arroz es común para los diferentes sistemas de manejo del cultivo, incluyendo sus diferentes grados de tecnologías, aun cuando el problema se considere un poco más crítico en sistema de secano. (Hernández, 1992).

Los métodos de control químicos son capaces de destruir la vegetación de manera total o parcial, siendo necesaria su utilización sobre todo en campos que cubren grandes hectáreas de siembra del cultivo de arroz. El control de malezas en el cultivo del arroz es un factor determinante para asegurar una buena cosecha de granos.

Los herbicidas como moléculas químicas que afectan el crecimiento o impiden la emergencia de malezas susceptibles funcionan como filtros que seleccionan poblaciones dentro de una comunidad de malezas. Estos compuestos químicos tienen el principal papel en la determinación de la composición, diversidad y abundancia de la flora maleza (Andreasen y Streibig, 2010). La aplicación de herbicidas en el cultivo de arroz es una herramienta valiosa dada su practicidad y nivel de eficiencia. En este cultivo se realizan aplicaciones antes de establecer la semilla, una vez establecido cuando se encuentra en proceso de emergencia y después de la emergencia de las plántulas (Fedearroz, 2003). Ésta última se

conoce como aplicación post-emergente y se realiza con ingredientes activos con selectividad al cultivo.

El empleo de herbicidas preemergente se ha visto limitado, debido a que su efectividad está condicionada al contenido de humedad y la preparación del suelo.

El clomazone es un herbicida residual que se aplica en preemergencia o en presiembra incorporado y tiene un excelente control de malezas gramíneas y algunas especies de hoja ancha (Thomson, 1993).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del ensayo.

Esta investigación se realizó en la parcela N° 4 de la FCA-CEIACHI ubicada en el Corregimiento de Chiriquí del 15 de julio al 16 de octubre de 2017. El objetivo fue evaluar si el herbicida Ipfen carbazone controlaba con eficacia las malezas Poaceas de importancia en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L). Ubicación geográfica coordenadas de latitud 8.394617 y longitud -82.361141.

3.2 Análisis de suelo

Según el análisis realizado por LABSA-FCA, tiene una buena disponibilidad de minerales y un 3.35% de materia orgánica altitud de 25 msnm dentro de una zona de vida de bosque húmedo tropical el suelo clasificación textural franco, al momento de realizar el muestreo la zona se encontraba en la época lluviosa, la humedad relativa era de 70 a 80 %, la temperatura ambiental promedio anual es de 27°C, y la precipitación promedio anual es de 3000 mm, pH (H₂O)=4.7, P=0.41 mg/kg, K=393.9 mg/kg, Ca=10.08 meq/100g, Mg=7.23 meq/100g, Mat. Orgánica=3.95 %, del área de estudio.

3.3 Preparación y siembra del terreno

Se seleccionó la parcela No. 4 del CEIACHI-FCA-UP de topografía plana y homogénea son suelos vertisoles. De esta se tomó de muestra y se realizó un análisis físico químico en LABSA-FCA-UP; posteriormente se le pasaron dos

pases de rastra y se le aplicó un herbicida de contacto. A los 3 días después de la aplicación se procedió a marcar el área del ensayo, concluido esta fase se procedió a la siembra de las unidades experimentales que constaron de diez surcos y 0,25 m de separación entre surcos.

La densidad de siembra fue apropiada a razón de 3 quintales por hectáreas de la variedad FCA- 616. Las condiciones agronómicas del arroz (*Oryza sativa*) fueron uniformes para todas las parcelas y concordantes con las prácticas culturales de la región. La siembra inició como estaba programada para inicios del mes de junio de 2018.

3.4 Manejo agronómico

Se hizo siguiendo el mismo método tradicional que realiza el productor en la siembra de su cultivo comercial como son: utilización de semilla certificada FCA 616, los programas de fertilización, control de plagas y enfermedades, control de malezas, no se usó riego ya que son áreas de secano favorecido con un alto índice de precipitación durante la estación húmeda.

3.5 Herbicida Ipfen carbazone 25% SC

Para la realización de este experimento se utilizó el herbicida Ipfen carbazone 25% SC diferentes dosis (Cuadro 1.) este contiene 250 g i.a. de Ipfen carbazone por litro de producto comercial. El producto pertenece a la compañía Hokko.

El Ipfen carbazone es un herbicida perteneciente a la familia de las Triazolinonas actúa sobre la inhibición de la biosíntesis de los ácidos grasos de cadena muy larga en las plantas, tiene efecto pre emergente y post emergencia temprana sistémico y con persistencia de acción sobre las principales malezas que afectan en arroz (*Echinochloa spp.*, *Cyperus iria*, *Digitaria spp.*, *Fimbristillis spp.*, *Cyperus rotundus* y *Cyperus ferax*), se busca observar si existen diferencias significativas en el control de malezas. El tiempo de aplicación para el arroz (*Oryza sativa* L.) sembrado es alrededor de 6 a 9 días después de la siembra. En el caso del arroz sembrado directamente, se debe tener cuidado con alguna posible fitotoxicidad, este producto no debe ser aplicado inmediatamente después de la siembra. Las parcelas que están sujetas al estudio poseen una altura promedio de 25 msnm, con una temperatura promedio de 27 °C y una precipitación anual promedio 3.000 milímetros.

3.6 Diseño experimental

Para llevar a cabo el estudio se utilizó un diseño experimental simple, con una distribución de bloques al azar, con cinco repeticiones. Las unidades experimentales tuvieron las siguientes dimensiones: de 2.5 m x 3 m = 7.5 m², obteniendo un total de 25 unidades experimentales separadas un metro entre sí.

3.6.1 Modelo lineal aditivo:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad i = 1, \dots, t \quad j = 1, \dots, b$$

- μ media poblacional estimada por la media general
- τ_i efecto del i-ésimo tratamiento
- β_j efecto del j-ésimo bloque
- ε_{ij} error experimental en la unidad j del tratamiento i
- $\varepsilon_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$.

Al momento de obtener todos los resultados, los datos de las diferentes variables fueron analizados con el programa SAS (“Sistema de Análisis Estadístico”). (CA USA, 2008) utilizando un ANOVA y la prueba Múltiple de Duncan para comparar las medias.

3.6.2 Forma general de la Anova:

| FUENTES DE VARIACIÓN | GRADOS DE LIBERTAD |
|----------------------|------------------------|
| TRATAMIENTO | $t-1 = 4$ |
| BLOQUE | $r-1 = 4$ |
| ERROR | $(r-1)(t-1) = 16$ |
| TOTAL | $(r \cdot t) - 1 = 24$ |

Autor: datos propios.

3.6.3 Aplicación de los tratamientos a diferentes dosis de los herbicidas

Los tratamientos fueron aplicados con una bomba de espalda con capacidad de 20 litros utilizando una boquilla de abanico plano T04110, cabe destacar que a este equipo se le añadirá un regulador de presión para garantizar que el volumen

de aplicación que genera el equipo es el adecuado para el tipo de herbicida con que se está trabajando (Cuadro I).

CUADRO I. Dosis de los herbicidas evaluados como tratamientos en el experimento, dentro del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L).

| Tratamiento | Descripción | Herbicida | Dosis |
|--------------------|--------------------|------------------------|-------------------------|
| T1 | Control Absoluto | Command® 48 EC | 700 cc/ha ⁻¹ |
| T2 | Testigo | Sin aplicar | ----- |
| T3 | Dosis alta | Ipfen carbazone® 25 SC | 800 cc/ha ⁻¹ |
| T4 | Dosis baja | Ipfen carbazone® 25 SC | 400 cc/ha ⁻¹ |
| T5 | Dosis mediana | Ipfen carbazone® 25 SC | 600 cc/ha ⁻¹ |

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Se realizaron inventarios y conteos de las malezas presentes en las unidades experimentales antes de la aplicación del producto y una vez aplicado se llevó a cabo muestreos periódicamente (cada 7 días) en los cuales se describió de manera visual el estado de las malezas y de igual forma se llevó a cabo conteos de las malezas presentes (poaceas, hojas anchas y ciperáceas). Dichos conteos se realizaron con un cuadro de 50 x 50 cm que se colocó tres veces al azar en cada unidad experimental, para medir la eficacia biológica de Ipfen carbazone® en cada una de las unidades experimentales.

Durante la realización del ensayo se mantenía un monitoreo frente cualquier anomalía (fitotoxicidad), que se diera dentro de las unidades experimentales que tengan los tratamientos con Ipfen carbazone®. Midiendo entonces, en forma visual el porcentaje de daño al arroz en comparación con las parcelas del testigo

absoluto. Se utilizó una escala facilitada y ha sido anteriormente utilizada en otros trabajos que llevan la misma línea de investigación, la misma comprende rangos de clasificación que van desde 0 % hasta 100 %, donde 0 % = sin daño al cultivo y 100% = cultivo totalmente dañado. Estas evaluaciones serán efectuadas a los 7, 14, 21 y 35 DDT. De presentarse fitotoxicidad a causa de los tratamientos se realizará una descripción detallada de los síntomas (Cuadro II).

CUADRO II. Escala para valorar fitotoxicidad al cultivo de arroz (*Oryza sativa* L).

| Calificación (%) | Descripción/categorías principales | Descripción detallada |
|------------------|------------------------------------|---|
| 0 | Ningún efecto | No hay ningún daño al cultivo |
| 10 | Efecto leve | Leve clorosis o retraso en el crecimiento |
| 20 | | Algo de clorosis y/o retraso en el crecimiento |
| 30 | | Daño al cultivo más pronunciado, pero no duradero |
| 40 | Efecto moderado | Daño moderado, el cultivo normalmente se recupera |
| 50 | | Daño al cultivo más duradero, dudosa recuperación |
| 60 | | Daño al cultivo duradero, no hay recuperación |
| 70 | Efecto severo | Fuerte daño al cultivo y pérdida de plantas |
| 80 | | Cultivo casi destruido, pocas plantas sobreviven |
| 90 | | Solo quedan algunas plantas ocasionales del cultivo vivas |
| 100 | Efecto completo | Destrucción total del cultivo |

Nota: Adaptado de: Southern Weed Science Society. 1986. Research methods in weed science. 3rd Ed. Edited by N. D. Camper. Champaign, Illinois, USA. 406 p.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las malezas son los organismos que más afectan a el cultivo de arroz (*O. sativa* L.) por su relación filogenética, causando pérdidas económicas en sus rendimientos al tener una competencia intraespecífica causando baja producción.

Se identificaron las malezas de mayor prevalencia (Cuadro III) siendo las Poaceas las de mayor competencia.

Cuadro III. Complejo de malezas asociadas al arroz en la parcela No. 4. CEIACHI.

| Familia | Especie |
|-------------------|------------------------------------|
| 1. Asteráceae | <i>Eclipta alba</i> |
| 2. Cleomeceae | <i>Cleome viscosa</i> |
| 3. Commelinaceae | <i>Murdannia nudiflora</i> |
| 4. Convolvuláceae | <i>Ipomea nil</i> |
| 5. Cyperáceae | <i>Cyperus esculentus</i> |
| | <i>Cyperus iria</i> |
| | <i>Cyperus rotundus</i> |
| | <i>Fimbristylis miliacea</i> |
| | <i>Fimbristylis annua</i> |
| 6. Euphorbiaceae | <i>Euphorbia hipercifolia</i> |
| | <i>Euphorbia hirta</i> |
| 7. Poaceae* | <i>Cynodon dactylon</i> |
| | <i>Digitaria sanguinalis</i> |
| | <i>Echinochloa colona</i> |
| | <i>Eleusine indica</i> |
| | <i>Rottboellia cochinchinensis</i> |

Nota:*Malezas objeto del estudio.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

Se cuantificaron las malezas utilizando un cuadro de hierro de 50 cm² tirándolo en forma arbitraria dentro del terreno marcado para realizar la preparación del suelo y antes de la siembra para conocer las poblaciones de malezas de la familia Poaceas y comparar posteriormente a la aplicación de los tratamientos para evaluar su eficacia en el control de estas.

CUADRO IV. Complejo inicial de poblaciones de malezas Poaceas.

| Tratamiento/Malezas | Pr > F | R ² | CV | Test de Duncan | |
|---------------------------------------|--------|----------------|-------|----------------|-------|
| | | | | Media | Grupo |
| 1. <i>Echinochloa colona</i> | | | | 921.6 | a |
| 2. <i>Digitaria sanguinalis</i> | | | | 800.4 | a-b |
| 3. <i>Rottboellia cochinchinensis</i> | 0.0004 | 0.63 | 68.65 | 461.6 | b-c |
| 4. <i>Cynodon dactylon</i> | | | | 68.0 | c |
| 5. <i>Eleusine indica</i> | | | | 34.6 | c |

Nota: Medias con la misma letra no indican diferencias significativas.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

CUADRO V. Análisis general de resultados de *Rottboellia cochinchinensis*.

| Malezas | Test/Duncan | Tratamiento | Pr > F | R ² |
|---------------------------------------|-------------|-------------|--------|----------------|
| 1. <i>Rottboellia cochinchinensis</i> | a | 51.25 | 2 | 0.0289* |
| | a-b | 42.00 | 3 | |
| | b-c | 12.80 | 5 | |
| | b-c | 9.60 | 4 | |
| | c | 5.00 | 1 | |

Nota: *diferencias significativas y **diferencias altamente significativas.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

CUADRO VI. Análisis general de resultados de *Echinochloa colona*.

| Malezas | Test/Duncan | Tratamiento | Pr > F | R ² | |
|------------------------------|-------------|-------------|--------|----------------|------|
| 2. <i>Echinochloa colona</i> | a | 15.25 | 2 | 0.0016** | 0.69 |
| | b | 1.20 | 1 | | |
| | b | 0.00 | 3 | | |
| | b | 0.00 | 4 | | |
| | b | 0.00 | 5 | | |

Nota: *diferencias significativas y **diferencias altamente significativas.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

CUADRO VII. Análisis general de resultados de *Digitaria sanguinalis*.

| Malezas | Test/Duncan | Tratamiento | Pr > F | R ² | |
|---------------------------------|-------------|-------------|--------|----------------|------|
| 3. <i>Digitaria sanguinalis</i> | a | 99.25 | 2 | 0.0041** | 0.65 |
| | b | 27.60 | 3 | | |
| | b | 0.80 | 1 | | |
| | b | 0.00 | 4 | | |
| | b | 0.00 | 5 | | |

Nota: *diferencias significativas y **diferencias altamente significativas.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

CUADRO VIII. Análisis general de resultados de *Cynodon dactylon*.

| Malezas | Test/Duncan | Tratamiento | Pr > F | R ² | |
|----------------------------|-------------|-------------|--------|----------------|------|
| 4. <i>Cynodon dactylon</i> | a | 43.50 | 2 | 0.0001** | 0.90 |
| | b | 4.80 | 1 | | |
| | b | 0.00 | 3 | | |
| | b | 0.00 | 4 | | |
| | b | 0.00 | 5 | | |

Nota: *diferencias significativas y **diferencias altamente significativas.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

CUADRO IX. Análisis general de resultados de *Eleusine indica*.

| Malezas | Test/Duncan | Tratamiento | Pr > F | R ² | |
|---------------------------|-------------|-------------|--------|----------------|------|
| 5. <i>Eleusine indica</i> | a | 6.75 | 2 | 0.0097** | 0.59 |
| | b | 1.00 | 3 | | |
| | b | 0.60 | 1 | | |
| | b | 0.00 | 4 | | |
| | b | 0.00 | 5 | | |

Nota: *diferencias significativas y **diferencias altamente significativas.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS

- De acuerdo con los resultados obtenidos, el tratamiento 1 que consiste en una dosis de 0.7 lt/ha⁻¹ de clomazone (Command®) es el que mejor control presenta sobre la población de *Rottboellia cochinchinensis*, mientras que el tratamiento 4 y 5 que consiste en dosis de 0.4 lt/ha⁻¹ y 0.6 lt/ha⁻¹ respectivamente, muestran similitudes al tratamiento 1, no obstante, entre tratamiento 1 y tratamientos 4 y 5, existen diferencias significativas.
- En el control de población de *Echinochloa colona*, el tratamiento 1 de 0.7 lt/ha⁻¹ de clomazone y, los tratamientos 3,4 y 5 de Ipfencarbazone® 25 SC de 0.8, 0.4 y 0.6 lt/ha⁻¹, respectivamente, muestran diferencias altamente significativas con respecto al tratamiento 2 (testigo). No obstante, entre el tratamiento de clomazone y los tratamientos de Ipfencarbazone® se dan diferencias significativas. Esto se puede deber a la tolerancia que de la *Echinochloa colona* al ingrediente activo de Command®.

3. En el control de población de *Digitaria sanguinalis* se presenta que los tratamientos 1, 4 y 5 conforman un grupo de diferencias altamente significativas con respecto al tratamiento 2 (testigo) y 3 (Ipfencarbazone® 25 SC). A pesar de que el tratamiento 3 representaba una dosis mayor (0.8 lt/ha⁻¹) con respecto a las otras dos dosis de Ipfencarbazone (0.4 y 0.6 lt/ha⁻¹) no significó mejores resultados en el control de *Digitaria sanguinalis*.
4. Los tratamientos 3, 4 y 5 conforman un grupo de diferencias altamente significativas con respecto al control testigo en el control de *Cynodon dactylon*. El control de clomazone (Command®) fue moderadamente inferior al de Ipfencarbazone® 25 SC.
5. En el control de población de *Eleusine indica* el grupo de tratamiento 1, 3, 4 y 5 muestran un control efectivo frente al control testigo. Teniendo entre estos tratamientos, el 4 y 5 mayor efectividad.

4.2 ANÁLISIS DE COSTOS DE IPFENCARBAZONE® 25 SC

Se toma como referencia el herbicida en cuestión, Ipfencarbazone 25 SC, junto con otros herbicidas de acción similar, los cuales son: Pirazosulfuron-Etil (PANIUS®), Pendimentalina (PROWL®), Bispiribac-sodio (BISPYRIBAC®), Pretilachlor (RIFIT®), Clomazone (Command®).

CUADRO X. Comparación de aplicación, cobertura y rango del Ipfencazone® 25 SC con otras formulaciones del mercado local para el control de malezas.

| PRODUCTO | COBERTURA | APLICACIÓN | RANGO |
|----------------------|-----------|-----------------------|--------------------------------------|
| IPFENCARBAZONE 25 SC | 35 dda | Post-emergencia | Gramíneas y hoja redonda |
| PANIUS | 15-20 dda | Pre y Post-emergencia | Ciperáceas |
| PROWL | 15-20 dda | Pre y Post-emergencia | Gramíneas |
| BISPYRIBAC | 15-20 dda | Post-emergencia | Gramíneas y hoja redonda |
| RIFIT | 15-20 dda | Post-emergencia | Gramíneas, Ciperáceas y hoja redonda |
| COMMAND | 15-20 dda | Pre y Post-emergencia | Gramíneas |

Fuente: Elaboración propia, 2018.

CUADRO XI. Costo de herbicidas por hectárea sin considerar equipo e implementos involucrados en la aplicación.

| PRODUCTOS REFERIDOS | | | | | | |
|--------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| | IPFENCARBAZONE 25 SC | PIRAZOSULFURON- ETIL (PANIUS) | PENDIMENTALINA (PROWL) | BISPIRIBAC- SODIO (BISPYRIBAC) | PRETILACHLOR (RIFIT) | CLOMAZONE (COMMAND) |
| DATOS QUE EVALUAR | | | | | | |
| COSTO UNITARIO (\$) | 30.00 | 72.00 | 10.60 | 60.00 | 10.50 | 36.00 |
| COEFICIENTE DE CANTIDAD | 0.8 L/HA⁻¹ | 0.25 Kg/HA⁻¹ | 2.00 LTS/HA⁻¹ | 0.20 L/HA⁻¹ | 2.00 LTS/HA⁻¹ | 0.70 LT/HA⁻¹ |
| COSTO TOTAL/HA | 24.00 | 18.00 | 21.20 | 12.00 | 21.00 | 25.20 |

Fuente: Elaboración propia, 2018.

CUADRO XII. Costo del herbicida Ipfencazone 25® SC por hectárea considerando equipo e implementos involucrados en la aplicación.

| IPFENCARBAZONE 25 SC | | | | |
|----------------------------------|-----------------|----|---------------------|---------------|
| | PRECIO UNITARIO | | COEFICIENTE TÉCNICO | COSTO TOTAL |
| Maquinaria | 0.50 | 20 | Minutos | 10.00 |
| Mano de Obra | 15.00 | 1 | jornal | 15.00 |
| Herbicida | 30.00 | 1 | hectárea | 30.00 |
| Costo de la tierra | 300.00 | 1 | hectárea | 300.00 |
| COSTO TOTAL DE APLICACIÓN | | | | 355.00 |

Fuente: Elaboración propia, 2018.

CUADRO XIII. Costo del herbicida PANIUS® por hectárea considerando equipo e implementos involucrados en la aplicación.

| PANIUS | | | | |
|----------------------------------|-----------------|---------------------|----------|---------------|
| | PRECIO UNITARIO | COEFICIENTE TÉCNICO | | COSTO TOTAL |
| Maquinaria | 0.50 | 20 | Minutos | 10.00 |
| Mano de Obra | 15.00 | 1 | jornal | 15.00 |
| Herbicida | 18.00 | 1 | hectárea | 18.00 |
| Costo de la tierra | 300.00 | 1 | hectárea | 300.00 |
| COSTO TOTAL DE APLICACIÓN | | | | 343.00 |

Fuente: Elaboración propia, 2018.

CUADRO XIV. Costo del herbicida PROWL® por hectárea considerando equipo e implementos involucrados en la aplicación.

| PROWL | | | | |
|----------------------------------|-----------------|---------------------|----------|---------------|
| | PRECIO UNITARIO | COEFICIENTE TÉCNICO | | COSTO TOTAL |
| Maquinaria | 0.50 | 20 | Minutos | 10.00 |
| Mano de Obra | 15.00 | 1 | jornal | 15.00 |
| Herbicida | 21.20 | 1 | hectárea | 21.20 |
| Costo de la tierra | 300.00 | 1 | hectárea | 300.00 |
| COSTO TOTAL DE APLICACIÓN | | | | 346.20 |

Fuente: Elaboración propia, 2018.

CUADRO XV. Costo del herbicida BISPYRIBAC® por hectárea considerando equipo e implementos involucrados en la aplicación.

| BISPYRIBAC | | | | |
|----------------------------------|-----------------|---------------------|----------|---------------|
| | PRECIO UNITARIO | COEFICIENTE TÉCNICO | | COSTO TOTAL |
| Maquinaria | 0.50 | 20 | Minutos | 10.00 |
| Mano de Obra | 15.00 | 1 | jornal | 15.00 |
| Herbicida | 12.00 | 1 | hectárea | 12.00 |
| Costo de la tierra | 300.00 | 1 | hectárea | 300.00 |
| COSTO TOTAL DE APLICACIÓN | | | | 337.00 |

Fuente: Elaboración propia, 2018.

CUADRO XVI. Costo del herbicida RIFIT® por hectárea considerando equipo e implementos involucrados en la aplicación.

| RIFIT | | | | |
|----------------------------------|-----------------|---------------------|----------|---------------|
| | PRECIO UNITARIO | COEFICIENTE TÉCNICO | | COSTO TOTAL |
| Maquinaria | 0.50 | 20 | Minutos | 10.00 |
| Mano de Obra | 15.00 | 1 | jornal | 15.00 |
| Herbicida | 21.00 | 1 | hectárea | 21.00 |
| Costo de la tierra | 300.00 | 1 | hectárea | 300.00 |
| COSTO TOTAL DE APLICACIÓN | | | | 346.00 |

Fuente: Elaboración propia, 2018.

CUADRO XVII. Costo del herbicida COMMAND® por hectárea considerando equipo e implementos involucrados en la aplicación.

| COMMAND | | | | |
|----------------------------------|-----------------|---------------------|----------|---------------|
| | PRECIO UNITARIO | COEFICIENTE TÉCNICO | | COSTO TOTAL |
| Maquinaria | 0.50 | 20 | Minutos | 10.00 |
| Mano de Obra | 15.00 | 1 | jornal | 15.00 |
| Herbicida | 25.20 | 1 | hectárea | 25.20 |
| Costo de la tierra | 300.00 | 1 | hectárea | 300.00 |
| COSTO TOTAL DE APLICACIÓN | | | | 350.20 |

Fuente: Elaboración propia, 2018.

1. Los costos de aplicación tienden a variar respecto a factores como: dosis apropiada, equipo utilizado para asperjar, combustible, mano de obra calificada, entre otros. Es por lo que el precio en el mercado es distante al precio real de aplicación.
2. Los herbicidas Ipfencazone® 25 SC, Bispiribac-sodio (BISPYRIBAC®) y Pretilachlor (RIFIT®) poseen un amplio espectro ya que tanto Ipfencazone® 25 SC y Bispiribac-sodio (BISPYRIBAC®) presentan

control sobre gramíneas y hoja redonda. En relación con ambos Pretilachlor (RIFIT®) presenta control sobre ciperáceas además de gramíneas y hoja redonda.

3. Entre los herbicidas de amplio espectro de cobertura (Ipfencarbazone® 25 SC, BISPYRIBAC®, RIFIT®) solamente Ipfencarbazone® 25 SC presenta un rango de aplicación de Pre y Post emergencia, mientras que BISPYRIBAC® y RIFIT® presentan un rango de aplicación de post emergencia.
4. De acuerdo con los costos de herbicidas por hectárea sin considerar equipo e implementos involucrados en la aplicación (CUADRO VII) el más costoso en el mercado es Clomazone (Command®) debido a la dosis recomendada de aplicación (0.7 lt/HA^{-1}) y el que menos costo representa es Bispiribac-sodio (BISPYRIBAC®) debido a la dosis recomendada de aplicación (0.2 lt/HA^{-1}).
5. Los herbicidas Clomazone (Command®) e Ipfencarbazone® 25 SC representan los de mayor costo por hectárea considerando equipo e implementos involucrados en la aplicación (CUADRO VIII y XIII) con B/350.20 y B/349.00 por hectárea respectivamente.
6. Los herbicidas Pirazosulfuron-Etil (PANIUS®) y Bispiribac-sodio (BISPYRIBAC®) representan los de menor costo por hectárea considerando equipo e implementos involucrados en la aplicación (CUADRO IX y XI) con B/343.00 y B/337.00 por hectárea respectivamente.

5. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y aportar una alternativa más para el manejo de malezas en el cultivo de arroz llegamos a las siguientes conclusiones:

1. El tratamiento de Command® 48% EC fue el mejor en el control de la maleza *Rottboellia cochinchinensis* que afecta el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L).
2. Se determinó que la dosis 0.4 y 0.6 litros de Ipfencazone® 25 SC por hectárea demostraron un control eficiente de las malezas *Eleusine indica*, *Cynodon dactylon*, *Echinochloa colona* y *Digitaria sanguinalis* reduciendo significativamente la población de estas malezas Poaceas en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L).
3. El complejo de malezas es amplio pero las malezas Poaceas son las de más difícil control por su persistencia después de las aplicaciones, ya que estos agroquímicos eliminan las malezas de hojas anchas y las angostas hay que hacer una aplicación de post emergencia como rescate para las malezas de hojas angostas.
4. La sintomatología de fitotoxicidad no se presentó en ningún tratamiento evaluado. Esto evidencia el mecanismo de acción de selectividad de estos productos en cultivo del arroz (*Oryza sativa* L).
5. El costo de Ipfencazone® 25 SC ingrediente activo que actúa como preemergente en el control de malezas y tiene actividad de post emergencia

temprana con acción sistémica permite reducir costos al no tener que realizar otras mezclas de herbicidas para obtener una sinergia de amplio espectro de control de diferentes malezas.

6. El costo de aplicación del herbicida Ipfen carbazone® 25 SC no es menor a los costos de aplicación de herbicidas convencionales utilizados en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.).

6. RECOMENDACIONES

En base a los resultados y conclusiones de este ensayo al realizar la evaluación de aplicaciones en preemergencia a tres dosis del ingrediente activo Ipfencarbazone® 25 SC objeto de este estudio, para el control de malezas Poaceas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L), recomendamos lo siguiente:

El uso y aplicación del ingrediente activo Ipfencarbazone® 25 SC para el control de malezas Poaceas en arroz (*Oryza sativa* L), en pre y post emergencia temprana en la dosis de 0.6 lt/ha^{-1} que mostró ser la más consistente en reducir significativamente las poblaciones de malezas que compiten seriamente con el cultivo del arroz.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEVEDO, M. A.; CASTRILLO, W. A.; BELMONTE, U. C. 2006. Origen, evolución y diversidad del arroz. *Agronomía Trop.* 56(2): 151-170.

ANAR, 2010. Asociación Nicaragüense de arroceros. Charla técnica de cultivo de arroz. Boletín Informativo.

ANDREASEN, C Y J.C. STREIBIG. 2010. Evaluation of changes in weed flora in arable fields of Nordic countries – based on Danish long-term surveys. *Weed Research* 51 (3), 214-226.

CHAUHAN, B.S Y D.E. JOHNSON. 2011. Row spacing and weed control timing affect yield of aerobic rice. *Field Crops Research* 121, 226-231.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1985. Arroz: Investigación y Producción. Referencia de los recursos de capacitación sobre arroz dictados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical. Compilado y editado por: Tascón, E y García, E. CIAT. Cali, Colombia. 695 p.

CIAT. 2015. Producción Eco-Eficiente del arroz en América Latina. Tomo I. 513 p

CONCENCO, G.; M. TOMAZI.; I.V.T. CORREIA.; S.A. SANTOS y L. GALON. 2013b. Phytosociological surveys: tools for weed science?. *Planta Daninha* 31 (2), 469-482.

CPRH-COMITÉ DE PREVENCIÓN DE RESISTENCIAS A HERBICIDAS. Sociedad Española de Malherbología. (1999). La resistencia de las malas hierbas a los herbicidas. Triptico divulgativo.

DÍAZ, A. 1989. Nivelación de lotes para la producción de arroz de riego. Guía de estudio, CIAT. Cali, Colombia. 12p.

ERASMO, E.A.L.; PINHEIRO, L.L.A y N.V. COSTA. 2004. Levantamento fitossociológico das comunidades de plantas infestantes em áreas de produção de arroz irrigado cultivado sob diferentes sistemas de manejo. *Planta Daninha* 22 (2), 195-201.

FAO. 2000. In: <http://apps.fao.org/nicio.htm>

FAO. 2001. Draft guidelines for assessment of ecological hazards of herbicide- and insect - resistant crops. Plant Production and Protection Division, FAO, Rome, 18 p.

FAO. 2006. Seguimiento del mercado del arroz. Roma, IT, FAO. En sitio web: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/ag068s/ag068s00.pdf>. [

FEDERACIÓN NACIONAL DE ARROCEROS (FEDEARROZ). 2003. Manejo integrado de malezas. Bogotá. Fedearroz. 53 p.

Ferrero, A. 2004. Arroz-maleza, características biológicas y control. In: Manejo de malezas para países en desarrollo Addendum I. Ed. Ricardo Labrada. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) 34 p.

FISCHER, A. 1998. Manejo Integrado de malezas y plagas del arroz. CIAT- FLAR. (Fondo Latinoamericano de arroz de Riego) y Fundación Polar. 31- 49 p.

FRANQUET, J. M.; BORRAS, C. 2010. Economía del Arroz: Variedades y mejora. Universidad de Málaga. Biblioteca Virtual de Derecho, Economía y Ciencias Sociales. ISBN-10:84-689-7762-4. En sitio web: www.eumed.net/libros

FUENTES, C.L.; A. OSORIO.; J.C. GRANADOS Y W. PIEDRAHITA. 2010. Malezas de los arrozales de América Latina en: Producción Eco-Eficiente del arroz en América Latina. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia, pp. 387- 341.

FUENTES, C.L.; A. OSORIO.; J. GRANADOS Y W. PIEDRAHITA. 2006a. Flora arvense asociada con el cultivo del arroz en el departamento del Tolima-Colombia. Primera Edición. Bayer Cropscience y Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia, 256 p.

GONZÁLEZ, J. 1983. Principales malezas en el cultivo de Arroz en América Latina. Guía de estudio, CIAT. Cali, Colombia. 26p.

HERNÁNDEZ, D. 1992. Determinación de las asociaciones de malezas en el cultivo de Arroz (*Oryza sativa* L). En Nicaragua y su relación con algunos factores de Manejo del cultivo. Tesis. M. Sc. Turrialba. Costa. Rica. 98 p.

HERNÁNDEZ, 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. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Tesis de maestría en Ciencias Agrarias. 94 p.

INTA (Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, CR). 2008. Manual de Recomendaciones del Cultivo del Arroz. INTA. San José, Costa Rica. 74 p

JIMÉNEZ, ODÁLIZ; SILVA, R.; CRUZ, J. 2009. Efecto de densidades de siembra sobre el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.) en el municipio Santa Rosalía Estado Portuguesa, Venezuela. Rev. Unell. Cienc. Tec., vol. 27, p. 32-41.

JURAIMI, A.S.; M.Y. MOHAMAD.; M. BEGUM.; A.R. ANUAR.; M. AZMI Y A. PUTEH. 2009. Critical Period of weed competition in direct seeded rice under saturated and flooded conditions. *Pertanika Journal of tropical agricultural science* 32 (2), 305-316.

MAG-FOR.1998. Agricultura y Desarrollo. El cultivo alimenticio más importante del mundo: El Arroz. Nicaragua. No (42).13 p.

Ministerio de Desarrollo Agropecuario, PAN. 2008. Plan de acción para la competitividad de la cadena de arroz en Panamá (en línea). Ciudad de Panamá, PAN. Consultado 25 may. 2018.

Disponible en: <https://www.mida.gob.pa/upload/documentos/plan-de-accion-de-arroz-para-la-competitividad-de-la-cadena%5B1%5D.pdf>

MEDRANO, C. (1999). Biología y Combate de Malezas. (eds). Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. 282 p.

MUELLER T. C., MITCHELL P. D., YOUNG B. G, AND A. S. CULPEPPER. 2005. Proactive versus reactive management of glyphosate-resistant or tolerant weeds. *Weed Technol.* 19:924-933.

ORSON J.H. 1999. The cost to the farmer of herbicide resistance. *Weed Technology* 13:607-611.

OLIVEROS, M.; MILLÁN, A. Y VILLAROEL, D. (1998). Importancia del Control de Malezas en las Sabanas Orientales. *Revista Fonaiap Divulga* N° 60. Julio – Diciembre. pp: 02 – 05.

PITELLI, R. A. 2000. Estudios fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecosistemas . *J. Conserb* 1 (2), 1-7.

PLA, I. 1995. Degradación y conservación de suelos, conceptos básicos. In Reunión Bienal de la Red Latinoamericana de labranza Conservacionista (2, 1993, Guanare, Acarigua, Venezuela). [Memorias]. Guanare, Acarigua, VE, FONAIAP. P. 13-41.

https://es.wikipedia.org/wiki/Oryza_sativa

PRESTON C., STEWART V., STORRIE A., WALTER S. 2006. CRC for Australian Weed Management. Integrated weed management.

PUNTES, B. M. 2003. Flora arvense asociada al cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Tesis de maestría en Ciencias Agrarias. 118 p.

PUNTES, B. M. 2003. Flora arvense asociada al cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Tesis de maestría en Ciencias Agrarias. 118 p.

RAO, A. N.; D. E. JOHNSON; B. SIVAPRASAD; J. K. LADHA Y A. M. MORTIMER. 2007. Weed management in direct-seeded rice. *Advances in Agronomy*. 93,153–255.

TERRY, J., 1997. Producción integrada.-Una perspectiva sobre herbicidas. Actas Congreso de la Sociedad Española de Malherbología, 1997.

THOMSON, W. T. 1993. Agricultural Chemicals. Book II Herbicides. Fresno, Thomson Publications. 310 p.

<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>; Accedido: 09-03-2013. Food and agriculture organization (FAO). 2009a. Food and Agricultural commodities production. En:

<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>; Accedido: 09-03-2013. Food and agriculture organization (FAO). 2009b. Crops. En: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>; Accedido: 09-03-2013

8. ANEXO DE FIGURAS



FIGURA 1. Preparación del terreno con el equipo mecánico utilizando una rastra liviana.



FIGURA 2. Muestras de Herbicidas de estudio para su evaluación de eficiencia biológica versus el control absoluto en el estudio (Izquierda, Ipencarbazone 25 SC. Derecha, Clomazone (Command)).



FIGURA 3. Medición de la dosis por tratamiento recomendada para cada aplicación en las unidades experimentales de cada bloque.



FIGURA 4. Para identificar los tratamientos se rotularon letreros indicando en cada bloque, el tratamiento con **T** y la repetición con **R**.



FIGURA 5. Aplicaciones de Ipencarbazone 25 SC y herbicida Command, utilizando una bomba de espalda de 20 litros con una boquilla Jeet 800 para asperjar los productos.



FIGURA 6. Complejo de malezas presente en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) posterior a 7 días de la aplicación del herbicida Ipencarbazone® 25 SC.



FIGURA 7. Identificación en el área de ensayo de la maleza *Echinochloa colona*.



FIGURA 8. Identificación en el área de ensayo de la maleza ¹*Cyperus spp* y ²*Calopogonium mucunoide*.



FIGURA 9. Identificación en el área de ensayo de la maleza *Digitaria sanguinalis*.



FIGURA 10. Identificación en el área de ensayo de la maleza *Rottboellia cochinchinensis*.



FIGURA 11. Localización del área experimental (Diseño Experimental Bloques al Azar) ubicada en la parcela No. 4 del CEIACHI.