



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo experimental, presentado al H. Consejo Directivo de la FACIAG,
como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

Evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de
arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de Babahoyo.

AUTOR:

Kent Alberto Pazos Andrade

ASESOR:

Ing. Agr. Víctor Pazos Roldán M.Sc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2017

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA.

“Evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de Babahoyo”

TESIS

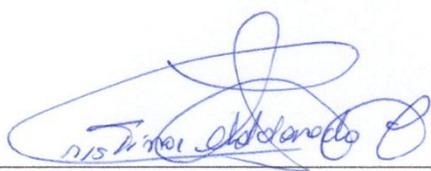
PRESENTADA AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR EL TRIBUNAL:



Ing. Agr. Guillermo García Vásquez, M.Sc.

PRESIDENTE



Ing. Cristina Maldonado Camposano, MBA

VOCAL PRINCIPAL



Ing. Fernando Cobos Mora, MBA

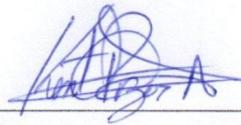
VOCAL PRINCIPAL

BABAHOYO-LOS RÍOS-ECUADOR

2018

RESPONSABILIDAD

Los resultados, conclusiones y recomendaciones obtenidos en la presente investigación pertenecen de manera exclusiva al autor.



Kent Alberto Pazos Andrade

AGRADECIMIENTO

El autor desea dejar constancia de su sincera gratitud reconocimiento a las siguientes personas e instituciones que colaboraron con el desarrollo y culminación del presente trabajo de investigación:

El presente trabajo de tesis me gustaría agradecerte primeramente a Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado y de manera muy especial a mis queridos padres, Carlos Pazos y Olga Andrade, por el apoyo incondicional que me brindaron día a día en mi formación como profesional.

A la Universidad Técnica de Babahoyo, por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mi director de tesis, Ing. Msc. Marlon Pazos Roldan, por su esfuerzo y dedicación quien, con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar esta presente tesis de graduación.

También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación, y en especial al Ing. Eduardo Colina, Ing. Daniel Toro, Ing. Dalton Cadena, Ing. Álvaro Pazmiño, Ing. Guillermo García, Ing. Oscar Mora e Ing. Rosa Guillen, por sus consejos, su enseñanza y más que todo por su amistad.

Estoy seguro que mis metas planteadas darán fruto en el futuro y por ende me debo esforzar cada día para ser mejor y en todo lugar sin olvidar el respeto que engrandece a la persona



Kent Alberto Pazos Andrade

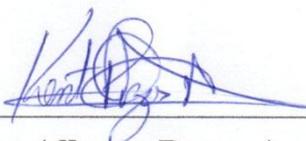
DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más,

A mi madre Olga Andrade, por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida, a mis abuelos Nelson Pazos y Elisa Roldan, quienes han velado por mí durante este arduo camino para convertirme en un profesional.

A mi padre Carlos Pazos, quien con su apoyo incondicional y consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional. A mi hermano Christopher Pazos, quien ha estado siempre conmigo. A mi novia Verónica Solís, que ha sabido comprenderme en los buenos y malos momentos en lo largo de mi carrera estudiantil. A mis amigos que gracias al equipo que formamos logramos llegar hasta el final del camino y que, hasta el momento seguimos siendo amigos: Luis Carpio, Wladimir Vallejo, Billy Mera, Rony Game y Andrés Pendolema. A mi tutor de tesis, Ing Marlon Pazos, por su gran apoyo y motivación para la culminación de este proyecto.

A todos mis profesores, gracias por su tiempo y por transmitir sus sabios conocimientos para mi desarrollo y formación de mi carrera como un profesional.



Kent Alberto Pazos Andrade

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 Objetivos	2
General	2
Específicos	2
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Generalidades	3
2.2. Antecedentes	3
2.3. Control de Malezas.....	5
2.3.1. Control Integrado	5
2.3.2. Control Químico.....	5
2.4. Herbicidas Empleados	6
2.4.1. Clomazone.....	6
2.4.2. Pyrazosulfuron ethyl	7
2.4.3. Pendimentalin.....	8
2.4.4. Butaclor	9
2.4.5. Glifosato	9
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
3.1 Características del sitio experimental.....	11
3.2 Material de siembra	11
3.3 Métodos	12
3.4 Factores estudiados.....	12
3.5 Tratamientos	12
3.6 Características del lote experimental.....	13
3.7 Diseño experimental.....	13
3.7.1 Análisis de varianza.....	13
3.7.2 Análisis funcional.....	13
3.8 Manejo del ensayo	14
3.8.1 Preparación del terreno.....	14
3.8.2 Siembra.....	14
3.8.3 Riego	14
3.8.4 Fertilización.....	14
3.8.5 Control de malezas	14
3.8.6 Control fitosanitario	15
3.8.7 Cosecha	15
3.9 Datos evaluados.....	15

3.9.1	Índice de toxicidad	15
3.9.2	Porcentaje de control de malezas	16
3.9.3	Altura de planta	16
3.9.4	Número de macollos por metro cuadrado	16
3.9.5	Número de panículas por metro cuadrado.....	16
3.9.6	Granos por panícula	17
3.9.7	Peso de 1000 granos	17
3.9.8	Rendimiento	17
3.9.9	Análisis económico	17
IV.	RESULTADOS.....	18
4.1.	Índice de toxicidad	18
4.2.	Porcentaje de Control de malezas	19
4.3.	Altura de planta	20
4.4.	Macollos por metro cuadrado.....	21
4.5.	Panículas por metro cuadrado	22
4.6.	Peso de 1000 granos	23
4.7.	Granos por panícula.....	24
4.8.	Rendimiento (Kg/ha).....	25
4.9.	Análisis económico	26
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	28
5.1	Conclusiones.	28
5.2	Recomendaciones.....	29
VI.	RESUMEN.....	30
VII.	SUMMARY.....	31
VIII	BIBLIOGRAFÍA.....	33
IX	ANEXOS.....	36

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos estudiados en: evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) en la zona de Babahoyo. FACIAG, UTB. 2017	12
Cuadro 2. Análisis de la varianza.....	13
Cuadro 3. Escala de índice de toxicidad	15
Cuadro 4. Escala de porcentaje de control	16
Cuadro 5. Índice de toxicidad. Evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) en la zona de Babahoyo. 2017.	18
Cuadro 6. Porcentaje de control. Evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) en la zona de Babahoyo. 2017.	19
Cuadro 7. Altura de planta (cm). Evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) en la zona de Babahoyo. 2017.	20
Cuadro 8. Macollos por metro cuadrado. Evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) en la zona de Babahoyo. 2017.	21
Cuadro 9. Panículas por metro cuadrado. Evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) en la zona de Babahoyo. 2017.	22
Cuadro 10. Peso 1000 granos. Evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) en la zona de Babahoyo. 2017.	23
Cuadro 11. Granos por panícula. Evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) en la zona de Babahoyo. 2017.	24
Cuadro 12. Rendimiento (Kg/ha). Evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) en la zona de Babahoyo. 2017.	25
Cuadro 13.- Análisis económico. Evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) en la zona de Babahoyo. 2017.	26
Cuadro 14. Costos fijos. Evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) en la zona de Babahoyo. 2017.....	27

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Estaquillado del lote experimental	45
Fotografía 2. Fitotoxicidad por Clomazone	45
Fotografía 3. Cultivo en desarrollo	46
Fotografía 4. Visita de tutor de trabajo experimental	46
Fotografía 5. Visita de miembro de Unidad de titulación, Ing. Javier Saltos M.....	47
Fotografía 6. Evaluando macollos por metro cuadrado	47
Fotografía 7. Variable altura de planta	48
Fotografía 8. Cosecha	48
Fotografía 9. Peso de mil granos.....	49
Fotografía 10. Rendimiento del cultivo	49

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de arroz en el país experimenta una serie de problemas en la producción que se traducen en disminución de la productividad, las malezas después del caracol manzana, son el problema más importante debido a que estas malezas han desarrollado actualmente tolerancia a las moléculas herbicidas tradicionales; esto ha ocurrido debido a que muchos agricultores aplican los herbicidas en dosis menores a las recomendadas o realizan aplicaciones de forma inadecuada e indiscriminada de estos productos.

En Ecuador se siembran aproximadamente 400 000 hectáreas, con una producción de 1'652 795 toneladas métricas. El rendimiento del cultivo tiene un comportamiento cíclico, manteniéndose entre 2,5 Tm/ha y 4,5 Tm/ha. Las áreas arroceras se concentran en las provincias de Guayas (63,85 %), Los Ríos (28,19 %) y Manabí (4,63 %). La superficie restante corresponde a las provincias de Loja, El Oro y Orellana¹

El problema de las malas hierbas es uno de los principales factores agronómicos que afecta la explotación arroceras del país. Las poblaciones que compiten con las plantas de arroz está determinada por el tipo y especie prevalentes en el terreno y las labores culturales que se realizan, tanto en forma previa como durante el ciclo de desarrollo del cultivo, además no solo reducen la disponibilidad de nutrientes, agua y luminosidad, sino que merman la calidad del grano especialmente si va a ser utilizado como semilla.

En varios ensayos agronómicos, indican que, si no se controlan en el tiempo idóneo, éstas en promedio pueden reducir la producción en un 25 %, llegándose en algunos casos en alcanzar pérdidas de hasta el 52 % de la producción.

El periodo crítico del cultivo de arroz, es desde el macollamiento hasta la floración lapso en el cual el cultivo deberá permanecer en óptimas condiciones, para que las plantas expresen al máximo su potencial productivo.

¹ MAGAP. 2015. Disponible en:
http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_arroz_2015.pdf

La propuesta planteada trata de evaluar las diferentes estrategias que permitan realizar un manejo de las arvenses más efectivo y eficiente.

1.2 Objetivos

General

- Evaluar cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz en la zona de Babahoyo.

Específicos

- Determinar el comportamiento agronómico del cultivo de arroz a la aplicación de los herbicidas
- Identificar el herbicida y la dosis más eficaz en el control de malezas en el cultivo de arroz.
- Analizar económicamente los tratamientos, en base a los rendimientos obtenidos.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades

Fischer (2002) comenta que el suelo puede prepararse mediante fanguero o en seco. El suelo seco se nivela con rastra u otro implemento; más tarde se inunda el terreno. La preparación en seco asegura un buen sustrato para la siembra y desarrollo del cultivo.

La Hora (2016) sostiene que el arroz es el cultivo con mayor superficie de explotación en el Ecuador, ya que ocupa más de la tercera parte de la superficie de productos transitorios del país.

Según EcuRED (2017) el fanguero consiste en el batido del lodo, con lo cual se destruyen los terrones y a la vez se favorece la nivelación del campo. En esta capa humedecida es que se depositan las semillas o las plántulas de arroz.

2.2. Antecedentes

Para Ormeño y Hernaiz (1988) las malezas que crecen junto a las plantas de arroz son específicas de este cultivo ya que ellas normalmente proliferan en suelos inundados durante la época lluviosa y/o durante gran parte del ciclo vegetativo del cultivo.

Mortimer (1996), menciona que las malezas son plantas indeseables que crecen como organismos macroscópicos junto con las plantas cultivadas, lo que interfiere con su normal desarrollo. Adicionalmente indica que son una de las principales causas de la disminución de rendimientos del arroz, al igual que en otros cultivos, debido a que compiten por agua, luz solar, nutrimentos y bióxido de carbono; segregan sustancias alelopáticas; son albergue de plagas y patógenos, dificultando su combate, y finalmente obstaculizan la cosecha, bien sea ésta manual o mecanizada.

Esqueda (2000) indica que las condiciones de alta humedad y temperatura en que se producen en el cultivo de arroz, son propicias para la presencia y el desarrollo de grandes poblaciones de malezas, que si no son controladas oportuna y eficientemente, pueden reducir de 30 a 50% el rendimiento de grano, y en casos extremos ocasionar la pérdida total de la cosecha.

Olmos (2006) indica que presencia de malezas de hoja ancha y ciperáceas varía según los lotes, en general es propia de ciertos sectores, por lo que es importante conocer la historia del lote a sembrar, ya que si la presión de malezas en años anteriores es importante, es de esperarse lo mismo o peor para el año en cuestión. Generalmente en tierras nuevas hay menos malezas y no es necesario realizar tratamientos con herbicidas.

Anazalone y Silva (2010) aseguran que uno de los métodos de control de malezas más común utilizado por los agricultores es el empleo de herbicidas, productos que afectan la fisiología de la maleza disminuyendo o paralizando el crecimiento y desarrollo de sus actividades metabólicas y en muchos casos ocasionan su muerte.

Salazar (1988) , indica que el manejo de malezas en arrozales, debe incluir el uso de más de un método para garantizar una reducción apropiada de los daños, ya que ningún método por si solo puede resolver la totalidad de los problemas de malezas en todas las situaciones existentes, también recomienda las prácticas culturales como: rotación de cultivos, variedades mejoradas, labores en la preparación de suelo, fertilización, densidad, época y sistema de siembra.

Landaverde (2012), expone que es un hecho comprobado que las malezas compiten con los cultivos por nutrientes, agua y luz. Estas plantas indeseables sirven de hospederas a insectos y patógenos dañinos a los cultivos. Algunas de estas malezas presentan además efectos alelopáticos, ya que sus exudados radiculares y/o lixiviados foliares resultan ser tóxicos a los cultivos.

Este mismo autor reporta que en un ensayo ejecutado en la Universidad de El Salvador, la aplicación de 3 L de Butachlor + 2 L de Pendimethalin/ ha, mostro los mejores resultados en cuanto a altura de la planta de arroz, número de macollas / m², número de granos/ panícula y peso seco del grano de arroz; permitiendo un mayor rendimiento en la cosecha.

Según Romero (2015) manifiesta que los herbicidas como todos los pesticidas, se deben emplear racionalmente, pues si bien permiten un eficiente control de malezas pueden causar efectos nocivos en la fauna y flora del ambiente. Solo un adecuado uso de estos productos evitará acumulaciones de residuos en el suelo, los alimentos, personas, y

en general en el ecosistema. Para eso, es necesario un completo conocimiento de las malezas a controlar y por ende de los herbicidas a utilizar, así como, etapas de desarrollo, grado de nocividad, tipo y condiciones del suelo en que éstas especies crecen. En cuanto a los herbicidas se debe conocer el tipo de formulación, dosis, mecanismo y modo de acción, época para su aplicación, residualidad y degradación en las plantas y en el suelo.

Olmos (2006) indica que las aplicaciones de Glifosato, siempre se deben realizar en días de poco viento (menos de 20 Km/hora) y preferiblemente soleados, las dosis usada varían entre los 2,5 a 3 L/ha. Además, se utiliza un aceite vegetal como coadyuvante a razón de 0,5 L/ha para evitar su rápida evaporación y mejorar la penetración cuticular.

2.3. Control de Malezas

2.3.1. Control Integrado

El SAG (2003) menciona que las malezas pueden controlarse mejor con una combinación de prácticas, por ejemplo, una cuidadosa preparación del suelo antes de la siembra o al transplante del arroz; o también utilizar dosis y/o mezclas adecuadas y/o aplicaciones oportunas de los herbicidas específicos que se utilizan para controlar las diferentes especies de malezas sin perjudicar al cultivo de arroz.

El INTA (2012) asegura que para que un Manejo Integrado de Malezas sea exitoso requiere de una estrategia de prácticas integradas. Aunque en algunos sistemas de producción, los herbicidas pueden ser la principal forma de control, ellos posiblemente no tengan éxito a menos que se combinen con una buena preparación de la tierra y con un buen manejo del agua.

2.3.2. Control Químico

Según Salazar y Guerra (1985) el control químico de malezas en arroz de secano es una práctica común en muchos países, debido a que las malezas son reconocidas como uno de los factores más nocivos en la producción de esta gramínea. Los campos arroceros de secano del país muestran un amplio complejo de malezas, cuyas especies varían en el grado de ocurrencia, prevalencia y nocividad.

Salazar (1988), menciona que el control químico de malezas en el cultivo de arroz es una práctica común en muchas áreas arroceras, en atención a que las malezas son reconocidas como uno de los factores más limitantes en la producción del grano.

Labrada y Parker (1996), indican que en muchos casos los herbicidas ofrecen el medio más práctico, efectivo y económico para reducir la competencia de las malezas, las pérdidas de rendimientos y los costos de producción. La adopción del uso de los herbicidas dependerá de su costo relativo al costo de la fuerza laboral, el precio del arroz y de varias limitantes socio - económicas e institucionales.

Tascón y Fischer (2002), señalan que una estrategia clave para lograr la sostenibilidad del cultivo de arroz es alterar el hábitat de las malezas predominantes. Esto se logra de dos modos: realizando prácticas de cultivo diferentes o aplicando herbicidas diferentes a los habituales, o a veces, empleando ambos métodos.

Los mismos autores indican que, las malezas gramíneas cuyas plantas tengan más de cinco hojas son difíciles de controlar. Por consiguiente, un herbicida pos emergente debe aplicarse siempre en el momento oportuno y en la dosis recomendada.

Suárez, Anzalone y Moreno (2004) sostienen que las gramíneas y las ciperáceas son los grupos de malezas que causan los mayores daños al arroz en todo el mundo. Algunas se confunden con el cultivo en sus estadios iniciales, lo que dificulta su control manual a tiempo, lo cual obliga a controlarlas con herbicidas selectivos.

Labrada y Parker (1996), mencionan que en ocasiones el uso de los herbicidas es más económico que el deshierbe manual. El nivel de costo -beneficio alcanza hasta más de 15:1 cuando se utilizan herbicidas en arroz de trasplante y en siembra directa -húmeda. En Filipinas, comparado con 4:1 para el de trasplante y menor de 1.0 para el de siembra directa húmeda con prácticas de desyerbe manual.

2.4. Herbicidas Empleados

2.4.1. Clomazone

Esqueda (2000), menciona que Clomazone aplicado en preemergencia controló

eficientemente *Echinochloa colona* L., a partir de 0,72 kg ia/ha, pero no tuvo efecto sobre *Cyperus iria* L., *C. rotundus* L. y *Malachra fasciata* Jacq y su efecto fue temporal y limitado sobre *Scleria setuloso-ciliata* Boeck; indica además que el clomazone aplicado solo en dosis de 0,72 y 0,96 kg ia/ha o en mezcla con propanil + 2,4-D causó un ligero “blanqueamiento” en el follaje del cultivo, pero éste desapareció entre los 15 y 30 DDA.

Olmos (2006) sugiere la aplicación de Clomazone, herbicida selectivo que pertenece al grupo químico isoxazolidinonas, que por su gran residualidad muestra un buen efecto de control en preemergencia. Este producto es absorbido por las raíces y traslocado dentro de la planta vía apoplasto², siendo difundido en el interior de las hojas. Este producto posee un modo de acción doble al inhibir la biosíntesis de dos pigmentos fotosintéticos que actúan como protectores de la clorofila y los isoprenoides que son compuestos que con llevan directamente a la formación de clorofila.

Esqueda (2000) informa que en el Estado de Veracruz, entre los años 1996 y 1997 se realizaron tres experimentos en los cuales la aplicación de Clomazone en preemergencia no tuvo efecto alguno sobre *C. iria*. Pendimetalina en preemergencia tuvo un efecto temporal sobre esta especie, ya que mientras que a los 15 DDA, este herbicida mostraba controles de 97%, a los 45 DDA, su control se redujo a 30% y su efecto se había perdido completamente a los 60 DDA. A los 15 DDA.

2.4.2. Pyrazosulfuron ethyl

Ortiz (2012) señala que el primer caso de resistencia en *Fimbristylis miliacea* Vahl fue reportado con 2,4-D en 1989, en arrozales de Muda Plain, Malaysia, después de 23 años de uso continuado de este herbicida. Posteriormente, en 2001, se demostró la resistencia de esta maleza a pirazosulfurón- ethyl en Santa Catarina, Brasil.

Edifarm (2015) indica que Pyrazosulfuron ethyl es un herbicida sistémico que controla malezas de hoja ancha y ciperáceas en etapa temprana, por lo que incrementa los rendimientos en el cultivo de arroz. Se puede aplicar desde la preemergencia hasta postemergencia mediana.

² Apoplasto: Ruta extracelular en la que el agua y los solutos ingresan por la pared celular. (Raisman J. y Gonzalez, A., 2017)

Este mismo autor manifiesta que el Pyrazosulfuron ethyl inhibe la biosíntesis de los aminoácidos en malezas de hoja ancha y Ciperáceas, deteniendo el crecimiento de las plantas y posteriormente provocando su muerte.

Ecuaquímica (2016) sugiere aplicar Noweed 10 PW (Pyrazosulfuron ethyl) en dosis de 200 a 250 g/ha. Indica además que es necesario una buena preparación del terreno, evitando terrones, para lograr una mejor cobertura. Se puede aplicar con lámina de agua en el caso de arroz bajo riego.

2.4.3. Pendimentalin

Basf (2016), manifiesta que Pendimentalin es un herbicida selectivo absorbido por raíces y tallos; interrumpe la división y la elongación celular en los meristemas del tallo y la raíz de las malezas susceptibles. La inhibición del crecimiento y muerte de la planta ocurren luego de la germinación de la semilla o poco tiempo después de su emergencia. La dosis de Pendimentalin en el cultivo de arroz es de 2,5 a 4 l/ha dependiendo del tipo de suelo, aplicado en pre o post emergencia temprana.

Mortimer (1996), describe que Pendimentalina es un herbicida preemergente. Es un herbicida que inhibe el crecimiento de las plántulas, específicamente inhibiendo el crecimiento de las raíces. El modo de acción de las dinitroanilinas es interferir en el proceso normal de la mitosis, lo cual reduce el crecimiento de las raíces y de la planta en general.

Salazar (1988), según el ensayo realizado en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la provincia del Chiriqui – Panamá, indica que el herbicida Pendimentalin, ha demostrado ser eficaz para suprimir la germinación y el desarrollo de *R. cochinchinensis*, además que en mezclas más Propanil también ha sido señaladas por otros investigadores, como muy efectivas para el combate de esta maleza.

Según la Basf (2001), señala que Pendimentalina por su modo de acción es un herbicida selectivo absorbido por las raíces y tallos. Interrumpe la división y la elongación celular en los meristemas del tallo y la raíz de las malezas susceptibles. La Inhibición del crecimiento y muerte de la planta ocurren luego de la germinación de la semilla o poco

tiempo después de su emergencia del suelo. La muerte de la maleza ocurre cuando los meristemas del tallo entran en contacto con el herbicida y su crecimiento se interrumpe irreversiblemente.

Ecuacuímica (2009), manifiesta que Pendimetalina por su mecanismo de acción es absorbido por raíces y follaje, y se trasloca vía xilema y floema que inhibe la división y enlogación celular en meristemas de tallo y de raíz de las malezas susceptibles. Cuando es absorbido por las raíces, se moviliza rápidamente por la corriente respiratoria hacia los puntos de crecimiento, donde se acumulan. Actúa impidiendo la fotosíntesis y también por contacto, destruyendo los tejidos.

2.4.4. Butaclor

Edifarm (2004) afirma que Butaclor, penetra principalmente por los brotes tiernos (coleóptilo en gramíneas e hipocótilo en las malezas de hoja ancha). También se ha comprobado la penetración del producto, aunque en menor grado, a través de las raíces coronales y/o primeras raíces internodales. Además controla las especies susceptibles después de la germinación. Indica además que en postemergencia es totalmente selectivo al arroz.

Nufarm (2012) explica que Butaclor, es un herbicida selectivo al cultivo del arroz, aplicado como preemergente a las malezas en pre o post emergencia del cultivo, con efecto residual prolongado, se absorbe principalmente por los brotes nuevos y por las raíces, desde donde se trasloca por el resto de la maleza, de muy amplio espectro para el control de malezas gramíneas y ancha. La dosis de butaclor 600 EC es de 3,5 a 4 l/ha dependiendo del tipo de suelo.

2.4.5. Glifosato

Ortiz y López (2011), según el ensayo ejecutado en la finca arrocera El Esfuerzo, ubicada en el municipio Opsino – Estado de Venezuela, comentan que el herbicida glifosato mostró un control de 85,35 % de arroz rojo, mientras que con el fanguero solo se obtuvo un 39,38%, alcanzando un rendimiento de 4039 Kg/ha de arroz paddy frente a 2613 Kg/ha en el método de fanguero.

Parada, Riquelme y Paredes (2015) manifiestan que para el control de arroz rojo se utiliza un herbicida de acción total (Glifosato) antes de que el cultivo emerja, con la dosis que se usa habitualmente. De esta forma se logra controlar las malezas presentes en el suelo, permitiendo que la emergencia del arroz sea sobre un suelo limpio.

Martino (1995) informa que el Glifosato es un herbicida postemergente no selectivo ampliamente utilizado. Debido a su capacidad de traslocarse en el floema, es particularmente útil para matar órganos subterráneos de plantas perennes que tienden a prosperar en pasturas y sistemas de agricultura conservacionista.

El mismo autor recomienda, que a una humedad relativa del aire y temperaturas medias a altas son las condiciones ambientales al momento de la aplicación que aseguran una óptima absorción del herbicida. El efecto de la humedad relativa es mucho más importante que el de la temperatura. No es recomendable realizar tratamientos cuando hay rocío, ya que éste puede causar dilución y escurrimiento del glifosato.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Características del sitio experimental

El presente trabajo experimental se desarrolló en los predios de la hacienda El Aromo propiedad del señor Diógenes Ledesma ubicada en el kilómetro 1,5 de la entrada a la vía a Pimocha, cuyas coordenadas UTM³ son

$$X = 660\ 974,26$$

$$Y = 9805\ 411,04$$

El suelo es de textura franco arcillosa, la temperatura promedio anual de la zona es de 25,5 °C, con una precipitación media anual de 2203,8 mm y humedad relativa de 79,6 %.⁴

3.2 Material de siembra

Como material de siembra se utilizó semillas de la variedad INDIA SFL 11 de Pronaca cuyas características agronómicas de la variedad son:

Características	Valores y/o Calificación
Rendimiento	: 7 a 9 TM/ha
Ciclo vegetativo	: 126 a 135 días
Altura de planta	: 85 a 124 cm
Número de panículas/planta	: 19 a 24
Peso de 1000 granos	: 29 g
Longitud del grano	: 7,5 mm descascarado
índice de pilado	: 62%
Hoja blanca	: Tolerante
<i>Pyricularia grisea</i>	: Tolerante
<i>Sarocladium oryzae</i>	: Muy susceptible
Acame de plantas	: Muy resistente al acame

³ Datum WGS 84 UTM “Universal Transverse Mercator”

⁴ Datos tomados de la estación meteorológica de DOLE zona San Juan

3.3 Métodos

Se utilizaron los métodos: inductivo – deductivo, deductivo – inductivo y experimental.

3.4 Factores estudiados

Variable dependiente: Cultivo de arroz, variedad INDIA SFL 11

Variable independiente: Herbicidas pre y postemergentes para control de malezas.

3.5 Tratamientos

Se estudiaron los cuatro herbicidas antes mencionados para el manejo de malas hierbas, tal como se detalla a continuación:

Cuadro 1. Tratamientos estudiados en: evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de Babahoyo. FACIAG, UTB. 2017

Tratamiento	Factor A (Herbicida)	Factor B (Dosis)	Época de aplicación
T1	Pyrazosulfuron ethyl.	225 g/ha	Posemergencia
T2	Pyrazosulfuron ethyl.	169 g/ha	Posemergencia
T3	Clomazone	0,8 L/ha	Premergencia
T4	Clomazone	0,6 L/ha	Premergencia
T5	Método Convencional (Glifosato + Pendimetalina)	4 + 4 L/ha	Presiembra
T6	Método Convencional (Glifosato + Pendimetalina)	4 + 3 L/ha	Presiembra
T7	Testigo Convencional (Butaclor + Pendimetalina)	3,3 + 2 L/ha	Presiembra

3.6 Características del lote experimental

El lote experimental presentó las siguientes características:

Área total	$14 \text{ m} \times 21 \text{ m} =$	294 m^2
Área neta experimental	$4 \text{ m} \times 21 \text{ m} \times 3 =$	252 m^2
Área unidad experimental	$3 \text{ m} \times 4 \text{ m} =$	12 m^2
Área parcela útil	$2 \text{ m} \times 2 \text{ m} =$	4 m^2

3.7 Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completamente al Azar, en arreglo factorial A x B, donde el Factor A representa las alternativas de control de malezas, mientras que el Factor B a las dosis de los diferentes productos, el ensayo se realizó con tres repeticiones.

3.7.1 Análisis de varianza

El análisis de varianza se desarrolló bajo el siguiente esquema:

Cuadro 2. Análisis de la varianza

	FV	GL
Repeticiones	:	2
Tratamientos	:	6
Factor A	:	2
Factor B	:	1
Interacciones	:	2
Testigo vs Resto	:	1
Error experimental	:	12
Total	:	20

3.7.2 Análisis funcional

La comparación de los promedios se evaluó mediante la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

3.8 Manejo del ensayo

Durante el desarrollo del cultivo se efectuaron las labores siguientes:

3.8.1 Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó mediante un pase de rastra y posteriormente la labor de fanguero.

3.8.2 Siembra

La siembra se efectuó a una densidad de 200 lb/ha al voleo en siembra directa con semilla pregerminada.

3.8.3 Riego

El riego se efectuó mediante lámina de agua según los requerimientos del cultivo.

3.8.4 Fertilización

La fertilización se efectuó según las recomendaciones técnicas indicadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), aplicando 140 kg de nitrógeno por hectárea, 45 kg de fósforo por hectárea, 60 kg de potasio por hectárea y 12 kg de azufre por hectárea. Las aplicaciones de nitrógeno se realizaron en tres fracciones a los 20, 35 y 50 días después de la siembra, el fósforo, potasio y azufre se aplicaron en su totalidad a los 20 días después de la siembra. Como fuente nitrogenada se utilizó urea (46 % de N), en el caso del fósforo se usó super fosfato triple (46 % de P₂O₅), como fuente potásica se empleó muriato de potasio (60 % de K₂O) y para el caso de azufre se utilizó sulfato de amonio (21 % de N – 24 % de S).

3.8.5 Control de malezas

El control de malezas se aplicó según los tratamientos planteados en el Cuadro 1. Los tratamientos posemergentes se aplicaron a los 14 días después de la siembra, los premergentes se aplicaron al momento de la siembra y los tratamientos presiembra se aplicaron 2 días antes de la siembra.

3.8.6 Control fitosanitario

Se efectuaron monitoreos continuos, donde se detectó la presencia de Sogata (*Tagosodes oryzae*), para lo cual se procedió con la aplicación de Imidacloprid en dosis de 400 cc/ha a los 15 días después de la siembra, posteriormente también se evidenció la presencia de mosca minadora (*Hydrellia sp.*) por lo que se aplicó Thiametoxan - Lambdacihalotrina en dosis de 250 cc /ha a los 18 días después de la siembra.

Para el control preventivo de enfermedades se aplicó el fungicida Silvacur Combi (Tebuconazole – Triadimenol) en dosis de 1 L/ha a los 40 días después de la siembra.

3.8.7 Cosecha

La cosecha se realizó manualmente cuando el cultivo alcance su óptimo desarrollo.

3.9 Datos evaluados

3.9.1 Índice de toxicidad

Dentro de la parcela útil, la toxicidad de los herbicidas se evaluó a los 7 y 14 días después de la aplicación de los productos, según la Escala de Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM) que se detalla a continuación:

Cuadro 3. Escala de índice de toxicidad

Índice	Denominación	Descripción del daño
0	Ningún daño	Ningún efecto, apariencia similar al testigo
1 - 3	Daño leve	Clorosis leve o media
4 - 6	Daño moderado	Clorosis intensa, necrosis y malformaciones más pronunciadas, el cultivo por lo general se recupera, se presenta cierta toxicidad en el cultivo (respecto al testigo)
7 - 9	Daño severo	Severo daño al cultivo, pérdida de plantas; muerte de la mayoría de plantas del cultivo.
10	Muerte total	Destrucción total del cultivo

Fuente: Tomado de Evaluación de herbicidas para el control de malezas en cultivo de café (Anzalone, A. y Silva, A., 2010)

3.9.2 Porcentaje de control de malezas

Se realizó a los 30 días después de la aplicación de los herbicidas. Para esto se observó en cada parcela tratada, el área útil, siguiendo la metodología de la Asociación Latinoamericana de Malezas.

Cuadro 4. Escala de porcentaje de control

Índice	Estimación porcentual (%)	Descripción del control
0	0	Ninguno
1	1 – 10	Pobre
2	11 – 25	Regular
3	26 – 50	Moderado
4	51 – 75	Satisfactorio
5	76 – 99	Muy Bueno
6	100	Total o Excelente

Fuente: (Finol, 1999)

3.9.3 Altura de planta

Esta variable se tomó desde el nivel del suelo hasta la base de la panícula más sobresaliente, se realizó al momento de la cosecha, en diez plantas al azar. Los resultados se expresaron en cm.

3.9.4 Número de macollos por metro cuadrado

En un 1 m² escogido al azar se contabilizó el número de macollos al momento de la cosecha.

3.9.5 Número de panículas por metro cuadrado

Dentro del mismo metro cuadrado donde se contaron los macollos, se procedió a contabilizar el número de panículas al momento de la cosecha.

3.9.6 Granos por panícula

Se contabilizó el número de granos en diez panículas tomadas al azar por cada parcela experimental y se promediaron sus resultados.

3.9.7 Peso de 1000 granos

Al azar se pesaron 1000 granos por cada unidad experimental en una balanza de precisión y sus resultados se expresaron en gramos.

3.9.8 Rendimiento

Es el peso proveniente del área útil de cada parcela experimental ajustado al 14 % de humedad y se transformaron a kg/ha.

Se empleó la siguiente fórmula para ajustar los pesos (Pérez, 2017):

$$PU = \frac{Pa (100 - ha)}{(100 - hd)}$$

PU= peso uniformizado

Pa = Peso actual

Ha = humedad actual

Ha = humedad deseada (14%)

3.9.9 Análisis económico

Se realizó en función del rendimiento del grano en kg/ha y al costo de cada uno de los tratamientos, según la metodología sugerida por Aula Fácil (Asdrual, 2017).

IV. RESULTADOS

4.1. Índice de toxicidad

En el Cuadro 5 se observan los valores de índice de toxicidad en cada uno de los tratamientos a los 7 y 14 días después de la aplicación de los mismos.

En lo que respecta a los 7 días después de la aplicación, los tratamientos presentaron significancia estadística. El uso de Clomazone en dosis de 0,8 L/ha presentó el mayor índice de toxicidad (1,20), estadísticamente igual a la aplicación de Glifosato + Pendimetalina en dosis de 4 L/ha + 4 L/ha (1,03), y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, donde el menor valor lo obtuvieron todas las demás aplicaciones de herbicidas (1,00). El coeficiente de variación fue de 6,51 %.

En cuanto a los 14 días después de la aplicación, no existió significancia estadística y el coeficiente de variación fue de 2,17 %. El empleo de Clomazone en dosis de 0,8 L/ha presentó el mayor índice de toxicidad (1,03), mientras que todos los demás tratamientos presentaron un índice de toxicidad correspondiente a 1,00.

Cuadro 5. Índice de toxicidad. Evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*) en la zona de Babahoyo. 2017.

Tratamiento	Herbicidas	Dosis/ha	Índice de toxicidad 7 dda	Índice de toxicidad 14 dda
T1	Pyrazosulfuron	225 g	1,00 b	1,00 ns
T2	Pyrazosulfuron	169 g	1,00 b	1,00
T3	Clomazone	0,8 L	1,20 a	1,03
T4	Clomazone	0,6 L	1,00 b	1,00
T5	Glifosato + Pendimetalina	4 L+ 4 L	1,03 ab	1,00
T6	Glifosato + Pendimetalina	4 L+ 3 L	1,00 b	1,00
T7	Testigo Convencional (Butaclor + Pendimetalina)	3,3 L+ 2 L	1,00 b	1,00
CV			6,51 %	2,17 %
Promedio			1,03	1,00
Significancia			*	ns

4.2. Porcentaje de Control de malezas

En el Cuadro 6 se observan los valores promedios de porcentaje de control de malezas en cada uno de los tratamientos. Se presentó alta significancia estadística y el coeficiente de variación fue de 2,09%

El tratamiento Pyrazosulfuron ethyl en dosis de 225 g/ha presento el mayor porcentaje de control de malezas (82,00 %), estadísticamente igual a la aplicación de Pyrazosulfuron ethyl en dosis de 169 g/ha (80.33 %), testigo convencional (77,67 %), y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, donde el menor valor lo obtuvo la aplicación Glifosato + Pendimentalina en dosis de 4 L/ha + 3 L/ha (74,00%)

Cuadro 6. Porcentaje de control. Evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de Babahoyo. 2017.

Tratamiento	Herbicidas	Dosis/ha	Promedios (%)	
T1	Pyrazosulfuron ethyl.	225 g	82,00	a
T2	Pyrazosulfuron ethyl.	169 g	80,33	ab
T3	Clomazone	0,8 L	77,00	bc
T4	Clomazone	0,6 L	75,33	c
T5	Glifosato + Pendimetalina	4 L + 4 L	74,33	c
T6	Glifosato + Pendimetalina	4 L + 3 L	74,00	c
T7	Testigo Convencional (Butaclor + Pendimetalina)	3,3 L + 2 L	77,67	abc
CV			2,09 %	
Promedio			73,23	
Significancia			**	

4.3. Altura de planta

Los valores promedios de altura de planta se muestran en el Cuadro 7. No se presentó significancia estadística y el coeficiente de variación fue de 2,27 %.

El mayor valor de altura de planta lo obtuvo la aplicación de Pyrazosulfuron ethyl en dosis de 225 g/ha (124,67 cm), mientras que el menor lo valor se presentó con el uso de Clomazone en dosis de 0,6 L/ha (120,67 cm).

Cuadro 7. Altura de planta (cm). Evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de Babahoyo. 2017.

Tratamiento	Herbicidas	Dosis	Promedios (cm)	
T1	Pyrazosulfuron ethyl.	225 g/ha	124,67	ns
T2	Pyrazosulfuron ethyl.	169 g/ha	123,33	
T3	Clomazone	0,8 L/ha	123,67	
T4	Clomazone	0,6 L/ha	120,67	
T5	Glifosato + Pendimetalina	4 + 4 L/ha	124,33	
T6	Glifosato + Pendimetalina	4 + 3 L/ha	121,00	
T7	Testigo Convencional (Butaclor + Pendimetalina)	3,3 + 2 L/ha	122,67	
CV			2,27 %	
Promedio			122,8	
Significancia			ns	

4.4. Macollos por metro cuadrado

Los variables de macollos por metro cuadrado se evidencian en el Cuadro 8. No se presentó significancia estadística y el coeficiente de variación fue de 2,73 %.

El máximo valor de macollos por metro cuadrado, lo obtuvo la aplicación de Pyrazosulfuron ethyl en dosis de 225 g/ha (400,67), mientras que el menor lo valor se presentó con el uso de Pyrazosulfuron ethyl en dosis de 169 g/ha (388,00).

Cuadro 8. Macollos por metro cuadrado. Evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de Babahoyo. 2017.

Tratamiento	Herbicidas	Dosis	Promedios
T1	Pyrazosulfuron ethyl.	225 g/ha	400,67 ns
T2	Pyrazosulfuron ethyl.	169 g/ha	388,00
T3	Clomazone	0,8 L/ha	391,00
T4	Clomazone	0,6 L/ha	392,00
T5	Glifosato + Pendimetalina	4 + 4 L/ha	399,00
T6	Glifosato + Pendimetalina	4 + 3 L/ha	393,00
T7	Testigo Convencional (Butaclor + Pendimetalina)	3,3 + 2 L/ha	399,67
CV			2,73 %
Promedio			394,76
Significancia			ns

4.5. Panículas por metro cuadrado

Los promedios de panículas por metro cuadrado se observan en el Cuadro 9. No se presentó significancia estadística en ninguno de los tratamientos y el coeficiente de variación fue de 2,26 %.

El mayor valor de panículas por metro cuadrado, se presentó con la aplicación de Pyrazosulfuron ethyl en dosis de 225 g/ha (358,33), mientras que el menor lo valor se presentó con el uso de Pyrazosulfuron ethyl en dosis de 169 g/ha (345,67).

Cuadro 9. Panículas por metro cuadrado. Evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de Babahoyo. 2017.

Tratamiento	Herbicidas	Dosis	Promedios	
T1	Pyrazosulfuron ethyl.	225 g/ha	358,33	ns
T2	Pyrazosulfuron ethyl.	169 g/ha	345,67	
T3	Clomazone	0,8 L/ha	348,67	
T4	Clomazone	0,6 L/ha	349,00	
T5	Glifosato + Pendimetalina	4 + 4 L/ha	355,00	
T6	Glifosato + Pendimetalina	4 + 3 L/ha	356,33	
T7	Testigo Convencional (Butaclor + Pendimetalina)	3,3 + 2 L/ha	356,67	
CV			2,26 %	
Promedio			351,8	

4.6. Peso de 1000 granos

Los valores de la variable de peso de 1000 granos se evidencian en el Cuadro 10, en el cual no se presentó significancia estadística y el coeficiente de variación es de 3,86%.

La aplicación de Pyrazosulfuron ethyl en dosis de 225 g/ha presentó el mayor peso de granos (28,00 g), a diferencia del Clomazone en dosis de 0,6 L/ha, que presentó el más bajo promedio de granos (27,00g)

Cuadro 10. Peso 1000 granos. Evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de Babahoyo. 2017.

Tratamiento	Herbicidas	Dosis/ha	Promedios (g)	
T1	Pyrazosulfuron ethyl.	225 g	28,00	ns
T2	Pyrazosulfuron ethyl.	169 g	27,33	
T3	Clomazone	0,8 L	27,33	
T4	Clomazone	0,6 L	27,00	
T5	Glifosato + Pendimetalina	4 L + 4 L	27,67	
T6	Glifosato + Pendimetalina	4 L + 3 L	27,33	
T7	Testigo Convencional (Butaclor + Pendimetalina)	3,3 L + 2 L	27,67	
CV			3,86 %	
Promedio			27,48	
Significancia			ns	

4.7. Granos por panícula

Los valores promedios de granos por panícula se muestran en el Cuadro 11, en el cual no se presentó significancia estadística en ninguno de los tratamientos, el coeficiente de variación es de 2,44%.

Pyrazosulfuron ethyl en dosis de 225 g/ha presentó el mayor de número de granos por panícula (133,80), a diferencia de la aplicación de Glifosato + Pendimentalina en dosis de 4 L/ha + 4 L/ha, que mostró el promedio más bajo (127,10)

Cuadro 11. Granos por panícula. Evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de Babahoyo. 2017.

Tratamiento	Herbicidas	Dosis/ha	Promedios	
T1	Pyrazosulfuron ethyl.	225 g	133,80	ns
T2	Pyrazosulfuron ethyl.	169 g	128,63	
T3	Clomazone	0,8 L	129,43	
T4	Clomazone	0,6 L	131,37	
T5	Glifosato + Pendimetalina	4 L + 4 L	127,10	
T6	Glifosato + Pendimetalina	4 L + 3 L	129,13	
T7	Testigo Convencional (Butaclor + Pendimetalina)	3,3 L + 2 L	131,13	
CV			2,44 %	
Promedio			130,09	
Significancia			ns	

4.8. Rendimiento (Kg/ha)

En el Cuadro 12 se observan los valores de rendimiento en cada uno de los tratamientos. No se observó significancia estadística y el coeficiente de variación fue de 1,09 %.

La aplicación de Pyrazosulfuron ethyl en dosis de 225 g/ha obtuvo el mayor rendimiento (6097,73 kg/ha), mientras el menor rendimiento se evidenció con la aplicación de Pyrazosulfuron ethyl en dosis de 169 g/ha (6001,07 kg/ha).

Cuadro 12. Rendimiento (Kg/ha). Evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de Babahoyo. 2017.

Tratamiento	Herbicidas	Dosis	Promedios (kg/ha)	
T1	Pyrazosulfuron ethyl.	225 g/ha	6097,73	ns
T2	Pyrazosulfuron ethyl.	169 g/ha	6001,07	
T3	Clomazone	0,8 L/ha	6044,50	
T4	Clomazone	0,6 L/ha	6028,50	
T5	Glifosato + Pendimetalina	4 + 4 L/ha	6012,86	
T6	Glifosato + Pendimetalina	4 + 3 L/ha	6043,09	
T7	Testigo Convencional (Butaclor + Pendimetalina)	3,3 + 2 L/ha	6012,16	
CV			1,09 %	
Promedio			6034,27	
Significancia			ns	

4.9. Análisis económico

En el cuadro 13 se registra el análisis económico, el cual se efectuó con la respectiva comparación de costos e ingresos, para obtener el beneficio neto.

El beneficio neto más alto, se obtuvo con la aplicación del tratamiento Pyrazosulfuron ethyl en dosis de 225 g/ha (\$561,54), mientras que el menor beneficio se registró con la aplicación Glifosato + Pendimetalina en dosis de 4 L/ha + 4 L/ha (\$503,85)

Cuadro 13.- Análisis económico. Evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de Babahoyo. 2017.

Tratamiento	Rendimiento Kg/ha	Sacas/220 libras	Ingreso bruto	Costos fijos	Costos variables	Costo Total	Ingreso neto	Relación B/C
1	6097,73	60,98	1829,32	1019,55	248,23	1267,78	561,54	0,44
2	6001,07	60,01	1800,32	1019,55	242,15	1261,7	538,62	0,43
3	6044,50	60,44	1813,35	1019,55	245,14	1264,69	548,66	0,43
4	6028,50	60,29	1808,55	1019,55	242,01	1261,56	546,99	0,43
5	6012,86	60,13	1803,86	1019,55	280,46	1300,01	503,85	0,39
6	6043,09	60,43	1812,93	1019,55	273,75	1293,3	519,63	0,40
7	6012,16	60,12	1803,65	1019,55	268,07	1287,62	516,03	0,40

Precio de saca de arroz (220 lb) = \$ 30

Precio de cosecha y transporte = 3,50 dólares por saca arroz

Cuadro 14. Costos fijos. Evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de Babahoyo. 2017.

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Terreno				
Alquiler de terreno	ha	1	200	200
Siembra				
Semilla	Sacos	2	78	156
Siembra al voleo	Jornales	4	12	48
Preparación del suelo				
Romplow y fangueo	u	3	25	75
Riego	u	5	15	75
Control de plagas y enfermedades				
Imidacloprid	400 cc	1	15	15
Thiametoxan - Lambdacihalotrina	250 cc	1	26	26
Tebuconazole - Triadimenol	Litro	1	30	30
Aplicación	Jornales	6	12	72
Fertilización				
Urea (50 kg)	Sacos	6	19	114
Super fosfato triple (50 kg)	Sacos	2	20	40
Muriato de potasio (50Kg)	Sacos	2	17,5	35
Sulfato de amonio (50 kg)	Sacos	1	13	13
Aplicación	Jornales	6	12	72
SUBTOTAL				971
ADMINISTRACION (5%)				48,55
TOTAL				1019,55

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

- La aplicación de Pyrazosulfuron ethyl permitió que el cultivo de arroz presente un mejor comportamiento agronómico.
- Las variables altura de planta, macollos y panículas por metro cuadrado, peso de 1000 granos, granos por panícula y rendimiento, no presentaron significancia estadística.
- La variable índice de toxicidad a los 7 días después de la aplicación de los herbicidas mostró diferencias significativas, mientras que a los 14 días no se evidenció significancia estadística.
- La variable porcentaje de control de malezas reportó alta significancia estadística.
- La aplicación de Pyrazosulfuron ethyl en dosis de 225 g/ha permitió obtener los valores más altos de porcentaje de control de malezas, altura de planta, macollos y panículas por metro cuadrado, peso de 1000 granos y granos por panícula
- La aplicación de Pyrazosulfuron ethyl en dosis de 225 g/ha permitió obtener el mayor rendimiento y beneficio neto.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda la aplicación del herbicida Pyrazosulfuron ethyl en dosis de 225 g/ha por presentar un buen control de las malezas, principalmente en lo que respecta a malezas hoja ancha y ciperáceas.
- Realizar trabajos similares implementando tratamientos con herbicidas preemergentes y posembrantes para ampliar el espectro de control de malezas.
- Efectuar nuevos ensayos con el uso de Pyrazosulfuron ethyl con dosis más altas y en combinación con otros herbicidas posembrantes.

VI. RESUMEN

La presente investigación se realizó durante la época lluviosa del año 2017, en la finca del señor Diógenes Ledesma, ubicada en el 3 km de la vía a Pimocha. Se formularon seis tratamientos más un testigo convencional. Se empleó el diseño experimental de Bloques completos al azar (BCA) con arreglo factorial $2 \times 3 + 1$ en tres repeticiones y para determinar las diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos se empleó la prueba de Tukey al 95% de probabilidad. Las variables estudiadas fueron índice de toxicidad, porcentaje de control de malezas, altura de planta, número de macollos y panículas por metro cuadrado, granos por panícula, peso de 1000 granos y rendimiento. La aplicación de Pyrazosulfuron ethyl permitió que el cultivo presente un mejor comportamiento agronómico. Las variables altura de planta, macollos y panículas por metro cuadrado, peso de 1000 granos, granos por panícula y rendimiento, no presentaron significancia estadística. La variable porcentaje de control de malezas reportó alta significancia estadística. La variable índice de toxicidad a los 7 días después de la aplicación de los herbicidas mostró diferencias significativas, mientras que a los 14 días no se evidenció significancia estadística.. La aplicación de Pyrazosulfuron ethyl en dosis de 225 g/ha permitió obtener los valores más altos de porcentaje de control de malezas, altura de planta, macollos y panículas por metro cuadrado, peso de 1000 granos y granos por panícula. La aplicación de Pyrazosulfuron ethyl en dosis de 225 g/ha permitió obtener el mayor rendimiento y beneficio neto.

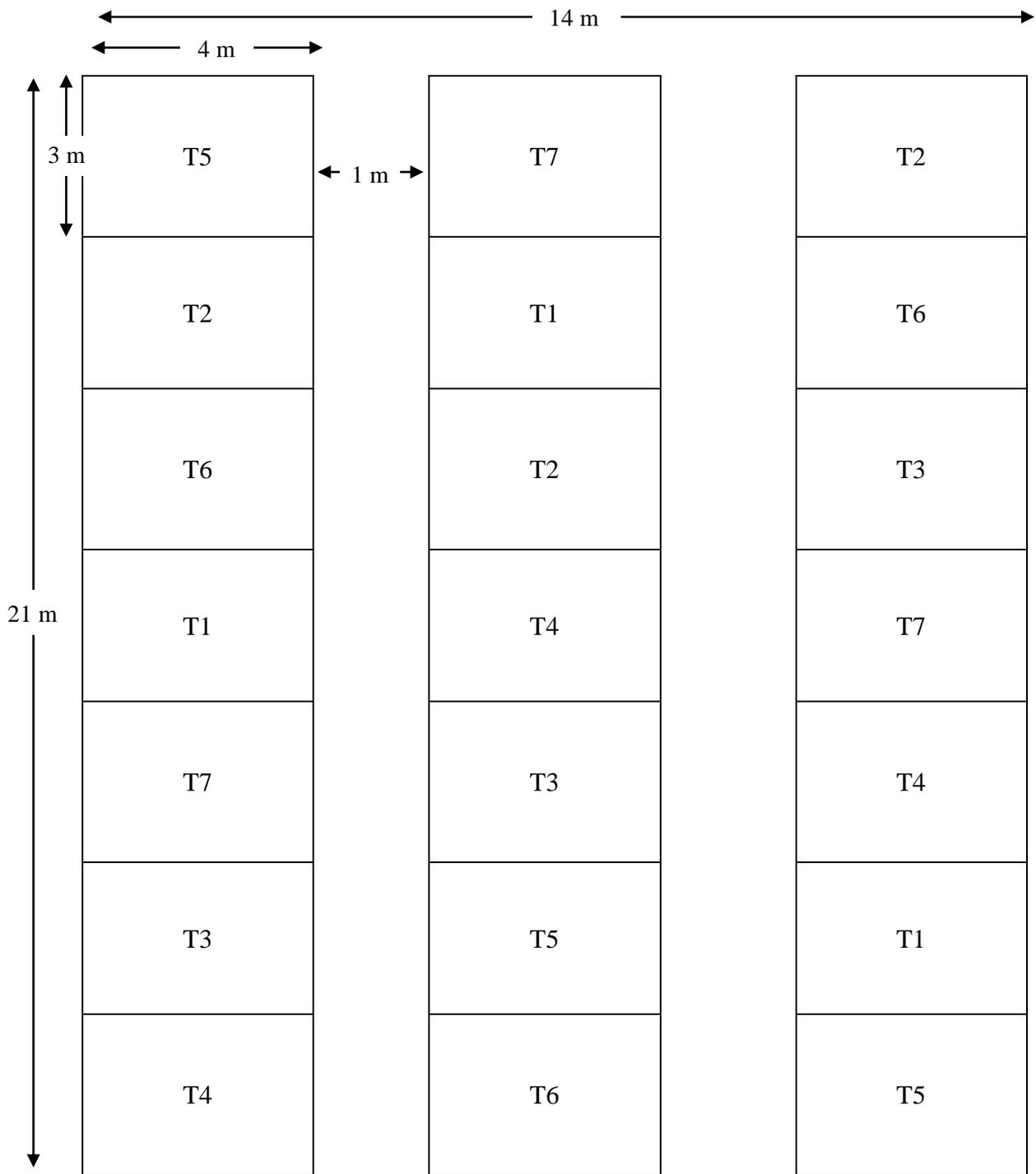
Palabras clave: control de malezas, arroz, herbicidas.

VII. SUMMARY

The present investigation was carried out during the rainy season of the year 2017, in the estate of Mr. Diógenes Ledesma, located in the 3 km of the road to Pimocha. Six treatments plus a conventional control were formulated. The experimental design of randomized complete blocks (BCA) with factorial arrangement $2 \times 3 + 1$ in three repetitions was used and to determine the statistical differences between the means of the treatments the Tukey test was used at 95% probability. The variables studied were toxicity index, percentage of weed control, plant height, number of tillers and panicles per square meter, grains per panicle, weight of 1000 grains and yield. The application of Pyrazosulfuron ethyl allowed the crop to present a better agronomic behavior. The variables height of plant, tillers and panicles per square meter, weight of 1000 grains, grains per panicle and yield, did not present statistical significance. The variable percentage of weed control reported high statistical significance. The variable toxicity index at 7 days after the application of the herbicides showed significant differences, while at 14 days no statistical significance was evidenced. The application of Pyrazosulfuron ethyl in a dose of 225 g / ha, it was possible to obtain the highest percentage of control of weeds, plant height, tillers and panicles per square meter, weight of 1000 grains and grains per panicle. The application of Pyrazosulfuron ethyl in a dose of 225 g / ha allowed obtaining the highest yield and net benefit.

Key Word: weed control, rice, herbicides

CROQUIS DE CAMPO



VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Anzalone, A. y Silva, A. (2010). Evaluación de herbicidas sulfonilueras para el control de malezas en cafetales. *Bioagro*, 95 - 104.
- Asdruval. (17 de mayo de 2017). *Relación Beneficio Costo* . Obtenido de Aula Facil: <http://www.aulafacil.com/cursos/119712/empresa/organizacion/gestion-de-proyectos/relacion-beneficio-cost>
- BASF. (2001). *The Chemical Company. Prowl 50 EC*.
- Basf. (2016). *Prowl*. Guayaquil: Basf.
- Cabello. (2006). *EVALUACIÓN DE AGENTES DE CONTROL MACROBIOLÓGICO*.
- Ecu RED. (25 de octubre de 2017). *Fangueadora - EcuRed*. Obtenido de Fangueadora: <https://www.ecured.cu/Fangueadora>
- ECUAQUIMICA. (2009). *Herbicida Pendimethalin* .
- Ecuquímica. (2016). *Noweed 10 PW*. Guayaquil: Impacto.
- Edifarm. (2004). *Machete 60 EC*. Guayaquil: Edifarm.
- Edifarm. (2015). *Vademecum agrícola*. Guayaquil: Edifarm.
- Esqueda, V. (2000). Control de malezas en arroz de temporal con Clomazone solo y en mezcla con propanil y 2,4 D. *Agronomía Mesoamericana*, 51 - 56.
- Finol. (1999). Evaluación de la eficacia del herbicida halosulfuron metil, aplicado solo y en mezcla con acetocloro en tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. *LUZ (Facultad de agronomía)*, 266 - 275.
- Fischer, A. (2002). Agrosistemas en que se cultiva arroz. En A. e. Pantoja, *MIP en arroz: Manejo Integrado de Plagas: Artrópodos, enfermedades y malezas* (págs. 7 - 10). Cali: CIAT.
- INTA. (2012). *Guía tecnológica del cultivo del arroz*. Managua: FONTAGRO.
- La Hora. (30 de enero de 2016). El cultivo del arroz en el invierno. *La Hora*, pág. 1.
- Labrada y Parker. (1996). *Manejo de malezas para países en desarrollo*.
- Landaverde, N. (2012). *Evaluación de diferentes dosis de mezclas de herbicidas preemergentes (Pendimethalin y Butachlor) y efecto alelopático de exudados*

radiculares de malezas en el cultivo de arroz (Oryza sativa) bajo condiciones de riego en el Distrito de riego Otiocoyo. San Salvador: Universidad de El Salvador.

- Martino, D. (1995). *El herbicida Glifosato: su manejo mas alla de la dosis por hectarera.*
- McCune, B. & Grace, J. (2002). *Analysis of Biological Communities.* MJM.
- Mortimer. (1996). *Manejo de Malezas para Países en Desarrollo. (Estudio FAO Producción y Protección Vegetal - 120).* Roma.
- Nufarm. (2012). *Butaclor 600 EC.* Cali: Nufarm.
- Olmos, S. (2006). *Prácticas para el manejo del arroz.* Corrientes: Universidad Nacional del Nordeste.
- Ormeño, J. y Hernaiz, S. (1988). *Control de malezas en el cultivo del arroz.* Chillán: INIA.
- Ortiz, A. et. al. (2012). Resistencia de *Fimbristylis miliacea* al herbicida Pyrazosulfuron etil en el Estado Guarico Venezuela. *InterCiencia*, 209 - 214.
- Ortiz, A. y López, L. (2011). Control de arroz rojo. *Agricultura Tropical*, 199 - 214.
- Parada, J. Riquelme, J. y Paredes, M. (2015). Siembra directa en arroz. *Producción de Arroz*, 28 - 33.
- Pérez. (26 de mayo de 2017). *Metodología para la evaluación de cosecha de maíz en parcelas comerciales.* Obtenido de Evaluación Cosechas de Maíz - Inifap: www.inifap.gob.mx/circe/Documents/.../Evaluacion%20cosechas%20de%20maiz.pdf
- Raisman J. y Gonzalez, A. (25 de octubre de 2017). *NOCIONES DE FISIOLOGÍA VEGETAL.* Obtenido de Fisiología - Hipertextos del Área de la Biología: <http://www.biologia.edu.ar/plantas/floxilrevisado.htm>
- Romero, R. (2015). *Respuestas de diferentes poblaciones de Leptochloa spp a las aplicaciones de herbicidas inhibidores de ACC asa utilizados en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.).* Guayaquil: Universidad Estatal de Guayaquil.
- SAG. (2003). *Manual técnico para el cultivo de arroz (Oryza sativa).* Comayagua: Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria.
- Salazar, L. (1988). *Los herbicidas usados en arroz de secano y su efectividad ante el incremento de Rottboelia cochinchinesis.*

- Salazar, L. y Guerra, F. (1985). *Los herbicidas empleados en arroz de secano y su efectividad ante el incremento de Rottboellia cochinchinensis Lour.* Panamá: Universidad de Panamá.
- Suárez, L. Anzalone, A. y Moreno, O. (2004). Evaluación del herbicida Halosulfuron-Metil para el control de malezas en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). *BioAgro*, 173 - 182.
- Tascón, A. y Fischer, A. (2002). Malezas Específicas y Guía de Manejo. En A. e. Pantoja, *MIP en arroz. Manejo Integrado de Plagas: Artropodos, enfermedades malezas* (págs. 99 - 122). Cali: CIAT.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Datos de la variable índice de toxicidad (7 dda), en la investigación Evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de Babahoyo. 2017.

Tratamiento	Bloques			Promedio
	1	2	3	
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1,3	1,3	1	1,2
4	1	1	1	1
5	1	1,1	1	1,03
6	1	1	1	1
7	1	1	1	1

F. de V.	GL	SC	CM	F Calc	F Tabla	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	0,10	0,017	3,70 *	3,89	6,93
Tratamiento	6	0,012	0,006	1,33 ns	3,00	4,82
Herbicidas	2	0,03	0,015	3,33 ns	3,89	6,93
Dosis	1	0,03	0,03	6,67 *	4,75	9,33
Herbicidas*Dosis	2	0,03	0,015	3,33 ns	3,89	6,93
Testigo vs Resto	1	3.9E-03	0,004	0,87 ns	4,75	9,33
Error	12	0,054	0,005			
Total	20	0,17				

NS = No significancia

* = Significancia

** = Alta significancia

Anexo 2. Datos de la variable índice de toxicidad del herbicida (14 dda), en la investigación Evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de Babahoyo. 2017.

Tratamiento	Bloques			Promedio
	1	2	3	
1	1,00	1,00	1,00	1,00
2	1,00	1,00	1,00	1,00
3	1,10	1,00	1,00	1,03
4	1,00	1,00	1,00	1,00
5	1,00	1,00	1,00	1,00
6	1,00	1,00	1,00	1,00
7	1,00	1,00	1,00	1,00

F. de V.	GL	SC	CM	F Calc	F Tabla	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	2,9E-03	4,83E-04	0,58 ns	3,89	6,93
Tratamiento	6	9,5E-04	4,75E-04	0,57 ns	3,00	4,82
Herbicidas	2	1,1E-03	5,50E-04	0,66 ns	3,89	6,93
Dosis	1	5,6E-04	5,60E-04	0,67 ns	4,75	9,33
Herbicidas*Dosis	2	1,1E-03	5,50E-04	0,66 ns	3,89	6,93
Testigo vs Resto	1	7,9E-05	7,9E-05	0,09 ns	4,75	9,33
Error	12	0,01	8,33E-04			
Total	20	0,01				

NS = No significancia

* = Significancia

** = Alta significancia

Anexo 3. Datos de la variable porcentaje de control, en la investigación Evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de Babahoyo. 2017.

Tratamiento	Bloques			Promedio
	1	2	3	
1	80,00	83,00	83,00	82,00
2	80,00	80,00	81,00	80,33
3	77,00	75,00	79,00	77,00
4	74,00	77,00	75,00	75,33
5	71,00	76,00	76,00	74,33
6	75,00	74,00	73,00	74,00
7	77,00	79,00	77,00	77,67

F. de V.	GL	SC	CM	F Calc	F Tabla	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	9,52	4,76	1,83 ns	3,00	4,82
Tratamiento	6	165,14	27,52	10,61 **	3,89	6,93
Herbicidas	2	0,64	0,32	0,12 ns	4,75	9,33
Dosis	1	156,00	156	60,12 **	3,89	6,93
Herbicidas*Dosis	2	6,72	3,36	1,29 ns	4,75	9,33
Testigo vs Resto	1	1,78	1,78	0,69 ns	3,89	6,93
Error	12	31,14	2,595			
Total	20	205,81				

NS = No significancia

Anexo 4. Datos de la variable altura de planta, en la investigación Evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de Babahoyo. 2017.

Tratamiento	Bloques			Promedio
	1	2	3	
1	125	125	124	124,67
2	120	124	126	123,33
3	119	125	127	123,67
4	114	120	128	120,67
5	124	123	126	124,33
6	121	118	124	121,00
7	122	122	124	122,67

F. de V.	GL	SC	CM	F Calc	F Tabla	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	84,95	42,48	5,48 *	3,89	6,93
Tratamiento	6	43,81	7,30	0,94 NS	3,00	4,82
Herbicidas	2	2,11	1,06	0,14 NS	3,89	6,93
Dosis	1	16,06	16,06	2,07 NS	4,75	9,33
Herbicidas*Dosis	2	14,78	7,39	0,95 NS	3,89	6,93
Testigo vs Resto	1	10,87	10,87	1,40 NS	4,75	9,33
Error	12	93,05	7,75			
Total	20	221,81				

NS = No significancia

* = Significancia

** = Alta significancia

Anexo 5. Datos de la variable macollos por m², en la investigación Evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de Babahoyo. 2017.

Tratamiento	Bloques			Promedio
	1	2	3	
1	394	405	403	400,67
2	384	388	392	388,00
3	396	391	386	391,00
4	396	379	401	392,00
5	412	398	387	399,00
6	391	378	410	393,00
7	386	402	411	399,67

F. de V.	GL	SC	CM	F Calc	F Tabla	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	175,52	87,76	0,76 NS	3,89	6,93
Tratamiento	6	442,48	73,75	0,63 NS	3,00	4,82
Herbicidas	2	62,11	31,06	0,27 NS	3,89	6,93
Dosis	1	156,06	156,06	1,34 NS	4,75	9,33
Herbicidas*Dosis	2	140,11	70,06	0,60 NS	3,89	6,93
Testigo vs Resto	1	84,20	84,20	0,72 NS	4,75	9,33
Error	12	1393,81	116,15			
Total	20	2011,81				

NS = No significancia

* = Significancia

** = Alta significancia

Anexo 6. Datos de la variable panículas por m², en la investigación Evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de Babahoyo. 2017.

Tratamiento	Bloques			Promedio
	1	2	3	
1	356	359	360	358,33
2	338	341	358	345,67
3	342	346	358	348,67
4	360	332	355	349,00
5	365	351	349	355,00
6	362	348	359	356,33
7	355	354	361	356,67

F. de V.	GL	SC	CM	F Calc	F Tabla	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	354,95	177,48	2,80 NS	3,89	6,93
Tratamiento	6	435,90	72,65	1,15 NS	3,00	4,82
Herbicidas	2	140,33	70,17	1,11 NS	3,89	6,93
Dosis	1	60,50	60,50	0,95 NS	4,75	9,33
Herbicidas*Dosis	2	183,00	91,50	1,44 NS	3,89	6,93
Testigo vs Resto	1	52,07	52,07	0,82 NS	4,75	9,33
Error	12	760,38	63,37			
Total	20	1551,24				

NS = No significancia

* = Significancia

** = Alta significancia

Anexo 7. Datos de la variable peso de 1000 granos, en la investigación Evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de Babahoyo. 2017.

Tratamiento	Bloques			Promedio
	1	2	3	
1	27	29	28	28,00
2	28	27	27	27,33
3	27	28	27	27,33
4	26	29	26	27,00
5	28	27	28	27,67
6	27	27	28	27,33
7	29	28	26	27,67

F. de V.	GL	SC	CM	F Calc	F Tabla	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	1,81	0,90	0,80 NS	3,89	6,93
Tratamiento	6	1,90	0,32	0,28 NS	3,00	4,82
Herbicidas	2	1,44	0,72	0,64 NS	3,89	6,93
Dosis	1	0,00	0,00	0,00 NS	4,75	9,33
Herbicidas*Dosis	2	0,33	0,17	0,15 NS	3,89	6,93
Testigo vs Resto	1	0,13	0,13	0,12 NS	4,75	9,33
Error	12	13,52	1,13			
Total	20	17,24				

NS = No significancia

* = Significancia

** = Alta significancia

Anexo 8. Datos de la variable promedio de granos por panícula, en la investigación Evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de Babahoyo. 2017.

Tratamiento	Bloques			Promedio
	1	2	3	
1	136,90	135,40	129,10	133,80
2	132,20	121,50	132,20	128,63
3	128,50	130,40	129,40	129,43
4	133,50	128,80	131,80	131,37
5	126,40	126,30	128,60	127,10
6	127,80	130,90	128,70	129,13
7	131,90	129,40	132,10	131,13

F. de V.	GL	SC	CM	F Calc	F Tabla	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	15,38	7,69	0,76 NS	3,89	6,93
Tratamiento	6	86,67	14,45	1,43 NS	3,00	4,82
Herbicidas	2	9,51	4,76	0,47 NS	3,89	6,93
Dosis	1	33,08	33,08	3,27 NS	4,75	9,33
Herbicidas*Dosis	2	40,24	20,12	1,99 NS	3,89	6,93
Testigo vs Resto	1	3,84	3,84	0,38 NS	4,75	9,33
Error	12	121,33	10,11			
Total	20	223,39				

NS = No significancia

* = Significancia

** = Alta significancia

Anexo 9. Datos de la variable rendimiento, en la investigación Evaluación de cuatro herbicidas para el control de malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de Babahoyo. 2017.

Tratamiento	Bloques			Promedio
	1	2	3	
1	6116,75	5993,48	6182,95	6097,73
2	5908,73	6059,67	6034,80	6001,07
3	6071,93	6012,04	6049,52	6044,50
4	6014,50	6076,48	5994,53	6028,50
5	6006,79	5973,87	6057,92	6012,86
6	6137,77	6003,28	5988,23	6043,09
7	6021,50	5965,47	6049,52	6012,16

F. de V.	GL	SC	CM	F Calc	F Tabla	
					0,05	0,01
Repeticiones	2	7617,65	3808,82	0,65 NS	3,89	6,93
Tratamiento	6	25495,41	4249,23	0,72 NS	3,00	4,82
Herbicidas	2	1885,11	942,55	0,16 NS	3,89	6,93
Dosis	1	8305,46	8305,46	1,41 NS	4,75	9,33
Herbicidas*Dosis	2	12993,56	6496,78	1,10 NS	3,89	6,93
Testigo vs Resto	1	2311,29	2311,29	0,39 NS	4,75	9,33
Error	12	70560,05	5880,00			
Total	20	103673,11				

NS = No significancia

* = Significancia

** = Alta significancia

Fotografía 1. Estaquillado del lote experimental



Fotografía 2. Fitotoxicidad por Clomazone

Fotografía 3. Cultivo en desarrollo



Fotografía 4. Visita de tutor de trabajo experimental



Fotografía 5. Visita de miembro de Unidad de titulación, Ing. Javier Saltos M.



Fotografía 6. Evaluando macollos por metro cuadrado



Fotografía 7. Variable altura de planta



Fotografía 8. Cosecha



Fotografía 9. Peso de mil granos



Fotografía 10. Rendimiento del cultivo

