



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES**  
**CARRERA DE AGRONOMÍA**

Proyecto de Investigación previo  
a la obtención del título de  
Ingeniera Agrónoma.

**Título del Proyecto de Investigación:**

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE DIFERENTES MEZCLAS DE HERBICIDAS  
PRE-EMERGENTES PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE  
MAÍZ (*Zea mays* L.)

**Autora:**

Valeria Paulina Vintimilla Quintana

**Director del Proyecto de Investigación:**

Ing. Erick Alberto Eguez Enriquez, MSc.

**Mocache – Los Ríos – Ecuador**

**2022**

## **Declaración de Autoría y Cesión de Derechos**

Yo, **Valeria Paulina Vintimilla Quintana**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacerse uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente;

---

Valeria Paulina Vintimilla Quintana

**Autora**

## **Certificación de Culminación del Proyecto de Investigación**

El suscrito, **Ing. Erick Alberto Eguez Enriquez. MSc**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Valeria Paulina Vintimilla Quintana**, realizó el Proyecto de Investigación titulado “**Evaluación de la eficiencia de diferentes mezclas de herbicidas pre-emergentes para el control de malezas en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.)**”, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Atentamente;

---

Ing. Erick Alberto Eguez Enriquez, MSc.  
**Director del Proyecto de Investigación**

## **Certificación del Reporte de la Herramienta de Prevención de Coincidencia y/o Plagio Académico**

El suscrito, **Ing. Erick Alberto Eguez Enriquez. MSc**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado **“Evaluación de la eficiencia de diferentes mezclas de herbicidas pre-emergentes para el control de malezas en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.)”**, perteneciente a la estudiante **Valeria Paulina Vintimilla Quintana**, certifica: el cumplimiento de los parámetros establecidos por la SENESCYT, y se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con un porcentaje de coincidencia del 3%.



### **Document Information**

---

|                   |                                                  |
|-------------------|--------------------------------------------------|
| Analyzed document | TESIS_VALERIA_VINTIMILLA URKUND.pdf (D149186845) |
| Submitted         | 2022-11-09 22:50:00                              |
| Submitted by      | Erick Alberto Eguez Enriquez                     |
| Submitter email   | eeguez@uteq.edu.ec                               |
| Similarity        | 3%                                               |
| Analysis address  | eeguez.uteq@analysis.arkund.com                  |

---

Ing. Erick Alberto Eguez Enriquez, MSc.  
**Director del Proyecto de Investigación**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES**  
**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

“Evaluación de la eficiencia de diferentes mezclas de herbicidas pre-emergentes para el control de malezas en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.)”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera Agrónoma

**Aprobado por:**

---

Ing. Moisés Menacé Almea, MSc.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. César Bermeo Toledo, MSc.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Freddy Guevara Santana, MSc.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2022

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por permitirme este momento, cuidarme a lo largo de todos mis años de estudiante universitaria y brindarme la capacidad de realizar este proyecto y a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en cuyas aulas pude educarme con profesores que fueron guías para mi formación profesional y a los cuales he llegado a apreciar.

Ing. Erick Eguez Enriquez, MSc, Director del Proyecto de Investigación, a quien siempre le estaré infinitamente agradecida por todo el tiempo, paciencia y ayuda a encontrar la salida ante circunstancias adversas cuando veía todo muy difícil e imposible.

Los más nobles sentimientos de gratitud para el Ing. Halef Suasti y al Ing. Fernando Jinés por su predisposición para ayudarme, compartiendo sus conocimientos y en todo momento brindarme sus consejos sinceros.

Mis padres, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, los pilares que me han brindado su apoyo desde el primer momento, siempre siendo esa ayuda sin esperar nada a cambio, velando por mi bienestar y motivándome constantemente para alcanzar mis metas.

Y cómo no darles las gracias a esas personas maravillosas, con quienes compartí cinco años de mi vida, esos amigos que te escuchan, te entienden y te brindan sus palabras de aliento que te animan a seguir adelante, Jennifer y Adriana, gracias por ser esas amigas sinceras desde la primera semana, Alex y Juan Pablo, por estar presente en todo el proceso de campo, a mis diez compañeros de curso que nunca me han negado una ayuda por más pequeña que sea, ustedes saben quiénes son, gracias.

**Valeria Paulina Vintimilla Quintana**

## **Dedicatoria**

Dedico este proyecto a mi mamá porque día a día estuvo ahí en cada momento bueno y malo, aunque el proceso no ha sido nada sencillo, por inculcarme buenos valores, ser esa persona tan abnegada hacia mí, mis logros siempre serán dedicados para ti, porque para mí tú eres la definición de amor y gratitud infinita.

A mis amigas de toda la vida, Fernanda, Tiffany, Diana, Arianna y Amy porque más que amigas, son hermanas, nunca han juzgado, dándome mi espacio, siempre apoyándome, creyendo en mi potencial y mostrándome que ante toda adversidad seré capaz de encontrar la salida.

**Valeria Paulina Vintimilla Quintana**

## Resumen

La presente investigación se llevó a cabo en el Campo de Investigación de Maíz en convenio UTEQ-BASF ubicada en el Campus “La María”, en el Km 7 ½ de la Vía Quevedo- El Empalme. El objetivo del presente trabajo de integración curricular fue evaluar la eficiencia de diferentes mezclas de herbicidas pre-emergentes para el control de malezas en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Se utilizó un arreglo factorial con arreglos en parcelas divididas en el tiempo para evaluar diferentes controles con herbicidas pre-emergentes en el cultivo de maíz, se evaluaron 4 épocas (7,14,21 y 28 DDS) y 7 alternativas de control. Se constató que las ciperáceas tenían más capacidad de reproducción y sobrevivencia, en densidad de maleza se destacó en mayor control el T1 (Integrity 1.50L+Basta 1.50L+ Gramilaq 3.00L), porcentaje del suelo cubierto vuelve a reincidir el T5 (Integrity 1.50L + Gramoxone 2.00L + Gramilaq 3.00L), en toxicidad al cultivo no existieron diferencias significativas, en porcentaje de emergencia el T6 (Integrity 1.50L + Glifopac 2.00L + Gramilaq 3.00L) representó la mayor emergencia con 81%, días a la floración, en peso de materia seca de maíz el más fue el T3 (Basta 1.50L + Aminapac 720 0.50L + Gesaprim 1.00 Kg + Gramilaq 3.00L) con 0.38kg y la última variable de rendimiento más alta se observó en el T4 (Basta 1.50L + Heat 1.50Kg) con un rendimiento de 81 kg según los índices de estudio. El análisis económico determinó el T4 de mayor beneficio económico para el agricultor.

**Palabras clave:** Control, herbicidas, malezas, pre-emergentes, *Zea Mays* L.

## Abstract

This research was carried out at the Corn Research Field in the UTEQ-BASF agreement located at the Campus "La María", at Km 7 ½ of the Quevedo-El Empalme road. The objective of this curricular integration work was to evaluate the efficiency of different pre-emergent herbicide mixtures for weed control in corn (*Zea mays* L.). A factorial arrangement with time-divided plots was used to evaluate different pre-emergent herbicide controls in maize. Four seasons (7,14,21 and 28 DDS) and seven control alternatives were evaluated. It was found that the cyperaceae had more capacity for reproduction and survival, in weed density it was determined that T1 (Integrity 1.50L+Basta 1.50L+ Gramilaq 3.00L) was the best control, in percentage of soil covered, T5 (Integrity 1.50L + Gramoxone 2.00L + Gramilaq 3.00L) was the best, in toxicity to the crop there were no significant differences, percentage of emergence T6 (Integrity 1.50L + Glifopac 2.00L + Glifopac 2.00L) was the best control, in percentage of emergence T6 (Integrity 1.50L + Glifopac 2.00L + Glifopac 3.00L) was the best control. 50L + Glifopac 2.00L + Gramilaq 3.00L) represented the highest emergence with 81%, days to flowering, in dry matter weight of corn the highest was T3 (Basta 1.50L + Aminapac 720 0.50L + Gesaprim 1.00 Kg + Gramilaq 3.00L) with 0.38kg and the last highest yield variable was observed in T4 (Basta 1.50L + Heat 1.50Kg) with a yield of 81kg according to the study indexes. The economic analysis determined the T4 with the highest economic benefit to the farmer.

**Key words:** Control, herbicides, weeds, pre-emergent, *Zea Mays* L.

## Tabla de Contenido

|                                                                                                        |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Portada.....                                                                                           | i     |
| Declaración de Autoría y Cesión de Derechos .....                                                      | ii    |
| Certificación de Culminación del Proyecto de Investigación .....                                       | iii   |
| Certificación del Reporte de la Herramienta de Prevención de Coincidencia<br>y/o Plagio Académico..... | iv    |
| Certificación de Aprobación por Tribunal de Sustentación .....                                         | v     |
| Agradecimiento .....                                                                                   | vi    |
| Dedicatoria .....                                                                                      | vii   |
| Resumen.....                                                                                           | viii  |
| Abstract.....                                                                                          | ix    |
| Tabla de Contenido.....                                                                                | x     |
| Código Dublín .....                                                                                    | xviii |
| Introducción.....                                                                                      | 1     |
| CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....                                                | 2     |
| 1.1. Planteamiento del Problema .....                                                                  | 3     |
| Diagnóstico.....                                                                                       | 3     |
| Formulación del Problema.....                                                                          | 3     |
| Sistematización del Problema.....                                                                      | 3     |
| 1.2. Justificación .....                                                                               | 4     |
| 1.3. Objetivos.....                                                                                    | 5     |
| 1.3.1. <i>Objetivo General</i> .....                                                                   | 5     |
| 1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....                                                              | 5     |
| CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN .....                                          | 6     |
| 2.1. Marco Conceptual.....                                                                             | 7     |
| 2.2. Marco Referencial .....                                                                           | 8     |

|                                                            |                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.1.                                                     | <i>Origen del Maíz</i> .....                                                 | 8  |
| 2.2.2.                                                     | <i>El cultivo de Maíz en Ecuador</i> .....                                   | 8  |
| 2.3.                                                       | <i>Fenología del Maíz</i> .....                                              | 9  |
| 2.3.1.                                                     | <i>Germinación y Emergencia (VE)</i> .....                                   | 9  |
| 2.3.2.                                                     | <i>Etapas Vegetativas (V1 a V3)</i> .....                                    | 10 |
| 2.3.3.                                                     | <i>Etapa Reproductiva (V4 a V5)</i> .....                                    | 10 |
| 2.3.4.                                                     | <i>Madurez Relativa (VT)</i> .....                                           | 10 |
| 2.4.2.                                                     | <i>Clasificación e Identificación de Malezas en el Área de Estudio</i> ..... | 12 |
| 2.4.2.1.                                                   | <i>Malezas de Hoja Ancha</i> .....                                           | 12 |
| 2.4.2.2.                                                   | <i>Malezas Gramíneas</i> .....                                               | 13 |
| 2.4.2.3.                                                   | <i>Ciperáceas</i> .....                                                      | 13 |
| 2.3.                                                       | <i>Estructura y Descripción de los Herbicidas Evaluados</i> .....            | 14 |
| 2.3.2.                                                     | <i>Integrity ®</i> .....                                                     | 14 |
| 2.3.3.                                                     | <i>Basta</i> .....                                                           | 16 |
| 2.3.4.                                                     | <i>Gramilaq</i> .....                                                        | 16 |
| 2.3.5.                                                     | <i>Adengo</i> .....                                                          | 17 |
| 2.3.6.                                                     | <i>Aminapac 720</i> .....                                                    | 18 |
| 2.3.7.                                                     | <i>Gesaprim</i> .....                                                        | 19 |
| 2.3.8.                                                     | <i>Heat</i> .....                                                            | 20 |
| 2.3.9.                                                     | <i>Gramoxone</i> .....                                                       | 21 |
| 2.3.10.                                                    | <i>Glifopac</i> .....                                                        | 22 |
| 2.4.                                                       | <i>Costos de Tratamientos</i> .....                                          | 23 |
| 2.5.1.                                                     | <i>Costos Fijos</i> .....                                                    | 23 |
| <b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b> ..... |                                                                              | 24 |
| 3.1.                                                       | <i>Localización</i> .....                                                    | 25 |
| 3.2.                                                       | <i>Tipo de Investigación</i> .....                                           | 25 |
| 3.3.                                                       | <i>Método de Investigación</i> .....                                         | 26 |

|          |                                                                                                    |    |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.4.     | Fuente de Recopilación de Información .....                                                        | 26 |
| 3.5.     | Diseño Estadístico .....                                                                           | 26 |
| 3.5.1.   | <i>Factores de Estudio</i> .....                                                                   | 26 |
| 3.5.2.   | <i>Tratamientos</i> .....                                                                          | 26 |
| 3.5.3.   | <i>Modelo de Diseño Estadístico</i> .....                                                          | 27 |
| 3.5.4.   | <i>Esquema del Experimento</i> .....                                                               | 29 |
| 3.6.     | Instrumentos de Investigación .....                                                                | 29 |
| 3.6.1    | <i>Manejo del Experimento</i> .....                                                                | 29 |
| 3.6.1.1  | Preparación del Suelo .....                                                                        | 29 |
| 3.6.1.2. | Siembra.....                                                                                       | 30 |
| 3.6.1.3. | Control de Malezas.....                                                                            | 30 |
| 3.6.1.4. | Establecimiento de Puntos de Evaluación.....                                                       | 30 |
| 3.6.1.5. | Determinación de las Malezas Asociadas al Cultivo de Maíz<br>( <i>Zea mays</i> L.) a Evaluar ..... | 30 |
| 3.6.1.6  | Fertilización.....                                                                                 | 31 |
| 3.6.1.7  | Control de Insectos Plaga.....                                                                     | 31 |
| 3.6.1.8. | Cosecha .....                                                                                      | 31 |
| 3.6.2.   | <i>Datos a Tomar y Formas de Evaluación</i> .....                                                  | 31 |
| 3.6.2.1. | Densidad de Malezas.....                                                                           | 31 |
| 3.6.2.2. | Porcentaje de Suelo Cubierto .....                                                                 | 31 |
| 3.6.2.3. | Tipos y Cantidad de Malezas que Muestren Supervivencia y Reproducción .                            | 32 |
| 3.6.2.4. | Toxicidad al Cultivo.....                                                                          | 32 |
| 3.6.2.5. | Porcentaje de Emergencia .....                                                                     | 33 |
| 3.6.2.6. | Días a la Floración.....                                                                           | 33 |
| 3.6.2.7. | Peso de Materia Seca de Maíz.....                                                                  | 33 |
| 3.6.2.8. | Peso de 1000 Granos .....                                                                          | 33 |
| 3.6.2.9. | Rendimiento .....                                                                                  | 33 |

|                                           |                                                                                  |    |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.6.2.10.                                 | Análisis Económico.....                                                          | 34 |
| 3.8.                                      | Recursos Humanos y Materiales .....                                              | 34 |
| 3.8.1.                                    | <i>Recursos Humanos</i> .....                                                    | 34 |
| 3.8.2.                                    | <i>Recursos Materiales y equipos</i> .....                                       | 34 |
| 3.8.3.                                    | Material Vegetal.....                                                            | 35 |
| 3.8.4.                                    | <i>Insumos Químicos</i> .....                                                    | 35 |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN ..... |                                                                                  | 36 |
| 4.1.                                      | Tipos y Determinación de Malezas que Muestren Supervivencia y Reproducción ..... | 37 |
| 4.2.                                      | Densidad de Malezas.....                                                         | 38 |
| 4.3.                                      | Porcentaje de Suelo Cubierto .....                                               | 43 |
| 4.4.                                      | Toxicidad al Cultivo.....                                                        | 44 |
| 4.5.                                      | Porcentaje de Emergencia .....                                                   | 45 |
| 4.6.                                      | Días a la Floración.....                                                         | 46 |
| 4.7.                                      | Peso de Materia Seca de Maíz.....                                                | 47 |
| 4.8.                                      | Peso de 1000 Granos .....                                                        | 48 |
| 4.9.                                      | Rendimiento .....                                                                | 49 |
| 4.10.                                     | Análisis Económico según el Rendimiento del Cultivo por Tratamiento .....        | 50 |
| 5.1.                                      | Conclusiones.....                                                                | 59 |
| 5.2.                                      | Recomendaciones .....                                                            | 60 |
| 6.1.                                      | Bibliografía .....                                                               | 62 |
| CAPITULO VII. ANEXOS .....                |                                                                                  | 67 |

## Índice de Figuras

|                   |                                                                                                                                                      |    |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1</b>   | Dimetenamida.....                                                                                                                                    | 15 |
| <b>Figura 2</b>   | Saflufenacil.....                                                                                                                                    | 15 |
| <b>Figura 3</b>   | Glufosinato de amonio.....                                                                                                                           | 16 |
| <b>Figura 4</b>   | Pendimetalina .....                                                                                                                                  | 17 |
| <b>Figura 5</b>   | Isoxaflutole .....                                                                                                                                   | 18 |
| <b>Figura 6</b>   | Dimethenamid.....                                                                                                                                    | 19 |
| <b>Figura 7</b>   | Atrazine.....                                                                                                                                        |    |
| <b>Figura 8</b>   | Saflufenacil.....                                                                                                                                    | 21 |
| <b>Figura 9</b>   | Paraquat .....                                                                                                                                       |    |
| <b>Figura 10</b>  | Glyphosate .....                                                                                                                                     | 23 |
| <b>Figura 11.</b> | Variación de la densidad de malezas de hoja ancha en el cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) a los 7,14,21 y 28 días después de la aplicación. .... | 38 |
| <b>Figura 12.</b> | Variación de la densidad de malezas gramíneas en el cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) a los 7,14,21 y 28 días después de la aplicación.....      | 39 |
| <b>Figura 13.</b> | Variación de la densidad de malezas ciperáceas en el cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) a los 7,14,21 y 28 días después de la aplicación.....     | 40 |
| <b>Figura 14.</b> | Porcentaje de suelo cubierto de malezas en el cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) a los 14, 21 y 28 días después de la siembra. ....               | 43 |
| <b>Figura 15.</b> | Toxicidad a las plantas en el cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) 7,14,21 y 28 días después de la siembra. ....                                    | 45 |
| <b>Figura 16.</b> | Porcentaje de emergencia de plantas en el cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) a los 7 días después de la siembra. ....                             | 46 |
| <b>Figura 17.</b> | Porcentaje de floración de plantas en el cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) a los 30 días después de la siembra. ....                             | 47 |
| <b>Figura 18.</b> | Peso de plantas al azar en el cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) a los 120 días después de la siembra.....                                        | 48 |

|                                                                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 19.</b> Peso de plantas al azar en el cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) a los 120 días después de la siembra.....                               | 49 |
| <b>Figura 20.</b> Peso desgranado por tratamiento en kg.ha <sup>-1</sup> del cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) a los 120 días después de la siembra. .... | 50 |

## Índice de Tablas

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1.</b> Clasificación taxonómica del cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.).....                                                                                                                                                                                                                              | 9  |
| <b>Tabla 2.</b> Etapas vegetativas y reproductivas del cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.).....                                                                                                                                                                                                                    | 10 |
| <b>Tabla 3.</b> Principales malezas hoja ancha.....                                                                                                                                                                                                                                                                  | 13 |
| <b>Tabla 4.</b> Principales malezas gramíneas .....                                                                                                                                                                                                                                                                  | 13 |
| <b>Tabla 5.</b> Principales malezas ciperáceas .....                                                                                                                                                                                                                                                                 | 14 |
| <b>Tabla 6.</b> Características agroclimáticas del Campus “La María” .....                                                                                                                                                                                                                                           | 26 |
| <b>Tabla 7.</b> Tratamientos: Combinaciones de ingrediente activo y dosis. ....                                                                                                                                                                                                                                      | 27 |
| <b>Tabla 8.</b> Esquema del análisis de la varianza.....                                                                                                                                                                                                                                                             | 28 |
| <b>Tabla 9.</b> Esquema del modelo estadístico de parcelas divididas (DBCA).....                                                                                                                                                                                                                                     | 28 |
| <b>Tabla 10.</b> Esquema del experimento utilizado en el ensayo .....                                                                                                                                                                                                                                                | 29 |
| <b>Tabla 11.</b> Escala de toxicidad y efecto en maleza según la EWRS .....                                                                                                                                                                                                                                          | 32 |
| <b>Tabla 12.</b> Tipos y determinación de malezas que mostraron sobrevivencia y<br>reproducción .....                                                                                                                                                                                                                | 37 |
| <b>Tabla 13.</b> Cantidad de malezas de hoja ancha para la interacción de los<br>tratamientos a los 7,14,21 y 28 días después de la siembra (DDS). ....                                                                                                                                                              | 41 |
| <b>Tabla 14.</b> Cantidad de malezas gramíneas para la interacción de los tratamientos a los<br>7,14,21 y 28 días después de la siembra. ....                                                                                                                                                                        | 42 |
| <b>Tabla 15.</b> Cantidad de malezas ciperáceas para la interacción de los tratamientos a los<br>7,14,21 y 28 días después de la siembra. ....                                                                                                                                                                       | 42 |
| <b>Tabla 16.</b> Porcentaje de malezas a los 14, 21 y 28 DDS con el uso de herbicidas<br>preemergentes. ....                                                                                                                                                                                                         | 44 |
| <b>Tabla 17.</b> Análisis económico de los tratamientos de “Evaluación de la eficiencia<br>diferentes mezclas de herbicidas pre-emergentes para el control de malezas<br>en el cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.)” para determinar la rentabilidad que<br>tenga mayor beneficio económico para el agricultor..... | 52 |

## Índice de Anexos

|                                                                                                                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Anexo A.</b> Análisis de varianza de densidad de malezas (hoja ancha) a los 7, 14, 21 y 28 días después de la siembra. ....                                                                                   | 68 |
| <b>Anexo B.</b> Análisis de varianza de densidad de malezas (gramíneas) a los 7, 14, 21 y 28 días después de la siembra. ....                                                                                    | 68 |
| <b>Anexo C.</b> Análisis de varianza de densidad de malezas (ciperáceas) a los 7, 14, 21 y 28 días después de la siembra. ....                                                                                   | 68 |
| <b>Anexo D.</b> Porcentaje de suelo cubierto .....                                                                                                                                                               | 69 |
| <b>Anexo E.</b> Toxicidad al cultivo .....                                                                                                                                                                       | 69 |
| <b>Anexo F.</b> Porcentaje de emergencia.....                                                                                                                                                                    | 70 |
| <b>Anexo G.</b> Días a la floración.....                                                                                                                                                                         | 70 |
| <b>Anexo H.</b> Peso de materia seca de maíz .....                                                                                                                                                               | 70 |
| <b>Anexo I.</b> Peso de 1000 granos.....                                                                                                                                                                         | 70 |
| <b>Anexo J.</b> Rendimiento.....                                                                                                                                                                                 | 71 |
| <b>Anexo K.</b> Costos por tratamientos de “Evaluación de la eficiencia de diferentes mezclas de herbicidas pre-emergentes para el control de malezas en el cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.)” .....         | 72 |
| <b>Anexo L.</b> Rendimiento de los tratamientos de “Evaluación de la eficiencia de diferentes mezclas de herbicidas pre-emergentes para el control de malezas en el cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.)” ..... | 73 |
| <b>Anexo M.</b> Fotografías del ensayo .....                                                                                                                                                                     | 74 |

## Código Dublín

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Título</b>                | “Evaluación de la eficiencia de diferentes mezclas de herbicidas pre-emergentes para el control de malezas en el cultivo de maíz ( <i>Zea Mays</i> L.)”                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Autora</b>                | Valeria Paulina Vintimilla Quintana                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Palabras clave:</b>       | Control, herbicidas, malezas, pre-emergentes, y <i>Zea Mays</i> .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Fecha de publicación:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Editorial:</b>            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Resumen</b>               | <p><b>Resumen.-</b> La presente investigación se llevó a cabo en el Campo de Investigación de Maíz en convenio UTEQ-BASF ubicada en el Campus “La María”, en el Km 7 ½ de la Vía Quevedo- El Empalme. El objetivo del presente trabajo de integración curricular fue evaluar la eficiencia de diferentes mezclas de herbicidas pre-emergentes para el control de malezas en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.). Se utilizó un arreglo factorial con arreglos en parcelas divididas en el tiempo para evaluar diferentes controles con herbicidas pre-emergentes en el cultivo de maíz, se evaluaron 4 épocas (7,14,21 y 28 DDS) y 7 alternativas de control (...)</p> <p><b>Abstract.-</b>This research was carried out at the Corn Research Field in the UTEQ-BASF agreement located at the Campus "La María", at Km 7 ½ of the Quevedo-El Empalme road. The objective of this curricular integration work was to evaluate the efficiency of different pre-emergent herbicide mixtures for weed control in corn (<i>Zea mays</i> L.). A factorial arrangement with time-divided plots was used to evaluate different pre-emergent herbicide controls in maize. Four seasons (7,14,21 and 28 DDS) and seven control alternatives were evaluated. It was found that the cyperaceae had more capacity for reproduction (...)</p> |
| <b>Descripción:</b>          | 95 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>URL:</b>                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

## Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) ha sido considerado un cultivo de antigüedad ya que se encuentra presente en la sociedad desde hace más de 7000 años, con origen indio, pero cultivado expansivamente por la zona de América Central y México. En nuestro país se encuentra dentro de los productos agrícolas más importantes que sustentan la economía de millones de ecuatorianos. Se siembra en vastas extensiones, preferiblemente en época lluviosa y minoritariamente en época seca, requiere de condiciones ambientales de humedad, luminosidad y suelos aptos para su desarrollo (1).

Las malezas compiten con los cultivos por agua, luz y nutrientes, en el maíz durante su desarrollo, los primeros 30 días son críticos, por lo cual el cultivo deberá estar libre de la disputa de malezas. Aproximadamente se estima que las malezas son las responsables de perder entre el 10 al 84% de la producción. La funcionalidad de los herbicidas consiste en la absorción de los mismos, hasta finalizar con la muerte de la maleza. La interferencia de diferentes rutas metabólicas producida por los herbicidas determina el lugar y daño del sitio de acción (2).

El efecto residual prolongado de un herbicida previene la germinación de malezas en el cultivo durante su periodo crítico de competencia, se recomiendan herbicidas residuales como ametrina, diurón, saflufenacil, thiencazone metil en mezcla con paraquat y glifosato, con los que se obtienen periodos de control de malezas más amplios. La aplicación de herbicidas residuales debe sincronizarse con las lluvias y el flujo de emergencia de la maleza, teniendo en cuenta que este último factor se correlaciona con las lluvias, por lo que su aplicación dependerá de su afluencia (3).

Es importante estar atento con la aparición e influencia de las malezas que predominan en nuestro cultivo. Los herbicidas pre-emergentes, nos ayudan a controlar las malezas en los primeros ciclos, específicamente durante la germinación de la semilla y emergencia de las plántulas. El presente proyecto tiene como objetivo evaluar diferentes mezclas de herbicidas pre-emergentes en el cultivo de maíz.

## **CAPÍTULO I**

### **CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Planteamiento del Problema**

Las malezas son un problema sanitario que causan efectos negativos sobre los rendimientos del cultivo de maíz. Constituyen un problema permanente en la agricultura por ser plantas agresivas tienen facilidad de adaptación al medio, propagación y resistencia, por lo que afectan directamente en el crecimiento y desarrollo del cultivo. La mayor pérdida de rendimiento se produce si no se controla por la emergencia y alta densidad de malezas en la etapa vegetativa V1 del maíz, convirtiendo este periodo crítico en el cual el cultivo debe permanecer sin malezas, para tener un buen desarrollo en su ciclo vegetativo.

### **Diagnóstico**

La aplicación repetitiva del mismo principio activo para controlar malezas ha dado como resultado la generación de resistencia en muchas especies que actualmente son difíciles de controlar. En este contexto se aplicarán diferentes alternativas de herbicidas pre-emergentes inmediatamente después de la siembra, la dosis utilizada deberá proporcionar un buen control de malezas sin causar daño alguno al cultivo.

### **Formulación del Problema**

¿Qué estrategia de control químico con herbicidas pre-emergentes es más eficiente controlando malezas sin afectar al cultivo de maíz?

### **Sistematización del Problema**

¿Qué mezcla de herbicida pre-emergente controlará eficientemente las malezas en el cultivo de maíz?

¿Cuáles malezas sobreviven y reproducen después de la aplicación de mezclas de herbicida pre-emergente en el cultivo de maíz?

¿Cuál mezcla de herbicida pre-emergente evaluado permitirá una mayor relación beneficio costo B/C?

## **1.2. Justificación**

Se podría definir una maleza como toda planta que no se reproduce, ni el agricultor siembra de manera intencional y requiere control para evitar que interfiera en la producción agrícola. La incorporación de los herbicidas se realiza con el fin de evitar pérdidas del producto por solubilidad, cuando se habla de mezcla de herbicidas quiere decir incorporación mecánica total con el suelo a una cierta profundidad, posteriormente distribuyéndose en una capa uniforme.

La mayor pérdida en producción generalmente es ocasionada cuando existen altas densidades de malezas germinando en el cultivo de maíz cuando se encuentra en estadio V1. La importancia del manejo de malezas en la producción mundial ha tenido sustento, debido a que la producción disminuye por la competencia constante que se da entre las malezas y el cultivo.

En la actualidad es fundamental comprobar compuestos químicos que controlen efectivamente las malezas sin afectar al cultivo, la seguridad humana y la preservación del ambiente, que durante los últimos años se ha venido afectando debido a la amplia gama de productos herbicidas y sus posteriores residuos en el ambiente.

La importancia de la presente investigación radica en estudiar nuevas estrategias de control químico de malezas, rotando mecanismos de acción para prevenir a la población resistente que causa graves problemas al agricultor. Con el paso del tiempo, el control de malezas irá mejorando a medida que se lo siga perfeccionando y actualizando la tecnología de aplicación de esta manera se proporcionará información al agricultor para que conozca el mecanismo de acción de los productos herbicidas y se les permita obtener mejores resultados en sus cultivos.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. *Objetivo General***

Evaluar la eficiencia de diferentes mezclas de herbicidas pre-emergentes para el control de malezas en el cultivo de maíz (*Zea Mays* L.)

#### **1.3.2. *Objetivos Específicos***

- Determinar la mejor estrategia con herbicidas pre-emergentes para el control de malezas en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.)
- Identificar el tipo de malezas con capacidad de sobrevivencia y reproducción después de la aplicación del tratamiento herbicida pre-emergente.
- Realizar el análisis económico que tenga mayor beneficio económico para el productor.

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **2.1. Marco Conceptual**

### **2.1.1. Maíz**

El maíz es un cultivo de crecimiento rápido (3-5 meses), que proporciona un mayor rendimiento con temperaturas moderadas y un suministro adecuado de agua, con excepción en la zona alta donde su crecimiento llega hasta los 8 meses; su adaptación oscila entre 0 - 2,500 m.s.n.m. La producción de maíz tiene una estacionalidad muy marcada. El 79% de la cosecha se obtiene de octubre a diciembre lo que contribuye a que los precios tengan grandes variaciones durante el año. Los precios inferiores se observan en noviembre y diciembre, los más altos en junio y agosto (4).

### **2.1.2. Malezas en el Cultivo de Maíz**

Es este uno de los factores responsables de los bajos rendimientos del maíz. Las arvenses ocasionan de entre sus principales problemas la resta de nutrientes, agua y luz solar, siendo esta competencia de vital importancia en el transcurso de las primeras cinco semanas lo que se ve reflejado en una considerable baja en rendimientos, obstaculiza el combate de enfermedades e insectos, además de otras actividades culturales, lo que ocasiona un alza en los costos de producción, obstruye y también encarece la labor de cosecha, sea esta manual o mecanizada y a su vez se funcionan como hospederos de insectos y patógenos no favorables al cultivo de maíz (*Zea mays*. L) (5).

### **2.1.3. Herbicidas Pre-emergentes**

Se denomina como herbicida pre-emergente a todos aquellos herbicidas que se aplican después de la siembra y antes de la emergencia del cultivo y / o las arvenses. Los herbicidas pre-emergentes, son herbicidas que se los aplican después de la siembra, pero antes de que los arvenses y el cultivo emerjan, es por esa razón que se los denomina como herbicidas pre-emergentes. Estos productos se caracterizan por eliminar a las arvenses en su proceso de germinación y recién emergidas, esto hace que se evite la competencia arvense-cultivo durante los periodos vegetativos de este de este último por el agua, luz y nutrientes (6).

## **2.2. Marco Referencial**

### **2.2.1. *Origen del Maíz***

“El maíz se originó en una parte restringida de México y los tipos más desarrollados posteriormente emigraron hacia otros sitios de América” (7). Surgió aproximadamente en el año 8000 y 600 a.C en Mesoamérica. Para que la semilla germine correctamente se necesita un ambiente invierno – seco estacional alternando con las lluvias del verano.

### **2.2.2. *El Cultivo de Maíz en Ecuador***

El maíz con el paso de los años se ha convertido en un cultivo importante en Ecuador, debido al significativo rol que cumple en la seguridad alimentaria de la población. El maíz amarillo duro, se destina en un 80% a la producción de alimento balanceado, mayormente se produce en la región litoral por su favorable clima, es uno de los primeros cultivos en tener una vasta superficie de 300000 ha sembradas. Su producción y rendimiento ha tenido un crecimiento exponencial en los últimos 20 años, lo cual se debe a las semillas certificadas mejoradas genéticamente y a la constante información generada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería junto al INIAP hacia los productores (8).

Según la Coordinación General de Información Nacional Agropecuaria del MAG (9) “Se estima una producción de 1678255 toneladas métricas de maíz duro para este 2022. Las principales provincias productoras son: Los Ríos (44%), Manabí (32%), Loja (12%), Guayas (11%), El Oro y Santa Elena (1%). El maíz es producido por más de 80000 agricultores, que abastecen del grano a la industria de alimento balanceado, así como a empresas avícolas y porcícolas.”

### 2.2.3. Descripción Taxonómica del Maíz

En la tabla 1 se observa la clasificación taxonómica del cultivo de maíz (*Zea mays* L.)

**Tabla 1.**

*Clasificación taxonómica del cultivo de maíz (Zea mays L.)*

|                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| Reino             | Plantae            |
| División          | Angiospermae       |
| Clase             | Monocotyledoneae   |
| Orden             | Poales             |
| Familia           | Poaceae            |
| Subfamilia        | Panicoideae        |
| Género            | Zea                |
| Especie           | mays               |
| Nombre científico | <i>Zea mays</i> L. |

*Nota.* La tabla representa la clasificación taxonómica del maíz (*Zea mays* L.). Tomada de Acosta (10)

## 2.3. Fenología del Maíz

### 2.3.1. Germinación y Emergencia (VE)

Luego de la siembra, generalmente una semilla de maíz concentra alrededor del 30% o 35% de su peso en agua. Con el paso de los años e infinidad de estudios se ha demostrado que las temperaturas del suelo obtienen mínima repercusión en este proceso. La radícula para empezar la elongación, deberá obtener temperaturas favorables, la temperatura óptima normalmente aceptada es de 50°F es decir 10°C. Luego de un tiempo prudente la radícula brota, entre tres o cuatro raíces agregadas adicionalmente de la semilla, su función es proveer en la absorción de agua y ciertos nutrientes para la plántula. Contiene un alto funcionamiento de nutrientes, los cuales han sido beneficiosos para la plántula para posteriormente ser hidrolizados del endospermo. El crecimiento radicular de coronas empieza en la etapa VE (11).

### 2.3.2. *Etapas Vegetativas (V1 a V3)*

Principalmente esta etapa se observa por el semblante de alrededor de la hoja. La hoja cuenta con tres partes características: cuerpo, vaina y cuello. El cuerpo está compuesto por la parte plana de la hoja, la cual obstruye los rayos del sol; la vaina se enrolla entorno al tallo por último el cuello que define la limitación entre el cuerpo y vaina. Con el transcurso del tiempo, va creciendo el cultivo y posteriormente cada hoja se va extendiendo desde la semilla hasta la panoja. El extremo de cada hoja es la parte más evidente; posteriormente el cuerpo de la hoja, para finalizar se encuentra el cuello y vaina (11).

### 2.3.3. *Etapa Reproductiva (V4 a V5)*

En esta etapa se determina la cantidad de emergencia de grano que se encuentran en desarrollo dentro de la mazorca a salvo por la primera etapa reproductiva (R1). Existen seis etapas reproductivas (Tabla 2). Con el paso del tiempo los híbridos de maíz han ido precisando cierta madurez fisiológica apta para calcular el uso de los días que se le dé en concordancia con el calendario (11).

**Tabla 2.**

*Etapas vegetativas y reproductivas del cultivo de maíz (Zea mays L.)*

| Etapas vegetativas |                          | Etapas reproductivas |                           |
|--------------------|--------------------------|----------------------|---------------------------|
| VE                 | Emergencia               | R1                   | Aparición de los estigmas |
| V1                 | Primera hoja             | R2                   | Blíster                   |
| V2                 | Segunda hoja             | R3                   | Grano lechoso             |
| V3                 | Tercera hoja             | R4                   | Grano pastoso             |
| V(n)               | Enésima hoja             | R5                   | Grano dentado             |
| VT                 | Aparición de las panojas | R6                   | Grano maduro              |

*Nota.* La tabla representa las etapas vegetativas y reproductivas del maíz (*Zea mays* L). Tomada de Carter. (11)

### 2.3.4. *Madurez Relativa (VT)*

El cultivo de maíz va evolucionando en función de su madurez relativa y el ambiente al que está expuesto para su crecimiento. Los híbridos de maduración temprana pueden alcanzar el punto de su madurez total entre sus 11 y 12 hojas, a diferencia de los híbridos recientes de maduración que necesitan de ambientes tropicales para su crecimiento (11).

## 2.4. Malezas

El manejo de malezas en un cultivo posiblemente sea uno de los principales factores que afectan su rendimiento. Se requiere conocer la susceptibilidad del cultivo a la presencia de malezas, por lo tanto, la respuesta a la reacción del cultivo a diversas situaciones será uno de los principales factores para maximizar el rendimiento (12).

Se establece que las malezas son uno de los principales factores que inciden en la baja producción de los cultivos. Existen alrededor de 1800 especies de malezas, las cuales son causantes de una gran cantidad de pérdidas económicas en áreas cultivables, para los agricultores estas consecuencias no son directamente relacionadas con las malezas, solo son conscientes del nivel de daño en su cultivo cuando las malezas han alcanzado cierta altura que obstruye el crecimiento de la planta (12).

### 2.4.1. Malezas en el Cultivo de Maíz

Uno de los principales inconvenientes del cultivo de maíz es la disputa de las malezas, particularmente durante los primeros 40 días de edad de las plantas. Las pérdidas que se dan en el rendimiento pueden comprender aproximadamente hasta el 60% y en su mayoría se deben por la contienda que se da por agua, luz, espacio vital y nutrientes. Cuando se tiene presencia de malezas se entorpece las labores culturales, acrecientan los costos de producción y disminuye la calidad de la cosecha (13).

Las principales malezas gramíneas como “paja de burro” (*Eleusine indica*), “paja de poza” (*Echinochloa colonum*) y “paja flaca” (*Leptochloa filiformis*) constantemente son hospederas de gusanos de tierra y también de la plaga cogollero del maíz, insectos-plagas que fuerzan a realizar un mayor número de aspersiones de insecticidas para mantener su control. Los “bejucos” (*Ipomea sp.*) y los “lavaplatos” (*Cucumis sp.*), son generalmente de crecimiento envolvente, sus consecuencias son un elevado índice de acame y también retrasan la maduración del grano (13).

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), en el año 2017 se registró un alto índice de pérdidas en la producción a nivel nacional con un 5% producidas

por malezas, plagas y enfermedades un 87% y el-exceso de humedad para finalizar un 8% en el cultivo de maíz (14).

El incremento de superficie cultivada con maíz, y la poca información sobre tecnología de aplicación referente a malezas de tipo hoja ancha, gramíneas y ciperáceas han acrecentado su disgregación y perdurabilidad. Los bajos rendimientos del cultivo se deben a los recurrentes factores externos y a la falta de control durante todo el transcurso del cultivo, por lo cual, los productos que se utilizan para controlar malezas deben ser minuciosamente evaluados al momento de determinar su aplicación (14).

#### ***2.4.2. Clasificación e Identificación de Malezas en el Área de Estudio***

##### **2.4.2.1. Malezas de Hoja Ancha**

Este tipo de plantas son dicotiledóneas, y tienen rasgos característicos, los más representativos son sus flores y hojas que cuentan con una longitud ancha. Por lo general las familias botánicas que pertenecen a la clasificación de hoja ancha son: Cucurvitaceae, Amaranthaceae y Malvaceae, cabe recalcar que algunas son sumamente tolerantes a los herbicidas pre-emergentes (15).

Su principal característica aparte de la anchura es que aparecen antes de la cosecha, por ende, esto causa conflictos al momento de la madurez del cultivo, la labor de cosecha se vuelve mucho más trabajosa, la calidad del grano no alcanza las expectativas del agricultor, etc. (Tabla 3) (15).

**Tabla 3.**

*Principales malezas de hoja ancha*

| <b>Nombre científico</b>     | <b>Nombre común</b> |
|------------------------------|---------------------|
| <i>Euphorbia hirta</i>       | Lecherón            |
| <i>Ammi majus</i> L.         | Trébol              |
| <i>Centrosema pubescens</i>  | Campanilla          |
| <i>Euphorbia graminea</i>    | Lechosa             |
| <i>Cucumis anguria</i>       | Chayotillo          |
| <i>Borreria verticillata</i> | Borreria            |

**2.4.2.2. Malezas Gramíneas**

Son plantas anuales, bianuales y perennes, las más conocidas de este grupo vulgarmente llamadas son “paja de burro” o “grama”. Sus raíces son de longitud promedio, y sus hojas delgadas. Se reproducen por cepa, rizoma o semillas, su característica principal es que son muy exigentes a la luz, cierto tipo son tan resistentes que inhiben el herbicida y se siguen reproduciendo. Para el control de malezas gramíneas perennes se exige un tratamiento más intenso que el de las malezas anuales (Tabla 4) (16).

**Tabla 4.**

*Principales malezas gramíneas*

| <b>Nombre científico</b>           | <b>Nombre común</b> |
|------------------------------------|---------------------|
| <i>Rottboellia cochinchinensis</i> | Caminadora          |
| <i>Eleusine indica</i> L.          | Paja de burro       |

**2.4.2.3. Ciperáceas**

Las malezas ciperáceas tienen una amplia representación de especies, su proliferación es rápida a tal punto que causan efectos colaterales directos al cultivo. Generalmente las más conocidas vulgarmente son “coquito” o “cortaderas”, sus principales características son de raíces ancladas en forma de rizomas, tienen tallos triangulares, sus hojas normalmente son delgadas, este tipo de maleza normalmente se esparce mediante semillas, tubérculos infectados, rizomas o bulbos, entonces su rápida propagación dificulta su control (17).

Es fundamental saber diferenciar entre las malezas hojas ancha y gramíneas ya que sus mecanismos de reacción a algún herbicida y sus métodos de control no serán siempre iguales (Tabla 5).

**Tabla 5.**

*Principales malezas ciperáceas*

| <b>Nombre científico</b>  | <b>Nombre común</b> |
|---------------------------|---------------------|
| <i>Cyperus rotundus</i>   | Cebollín            |
| <i>Portulaca oleracea</i> | Verdolaga           |
| <i>Cyperus esculentus</i> | Coquito             |

## 2.3. Estructura y Descripción de los Herbicidas Evaluados

### 2.3.2. *Integrity*®

#### **Descripción**

Es un herbicida sistémico amplio espectro que controla las malezas en etapa de germinación, se absorbe por raíz, brotes y hojas vía xilema (18).

#### **Nombre IUPAC**

Dimetenamida: p:(S)-2-Cloro-N-[(1-metil-2-metoxi) etil] -N-(2,4-dimetil-tien-3-il)-acetamida (18).

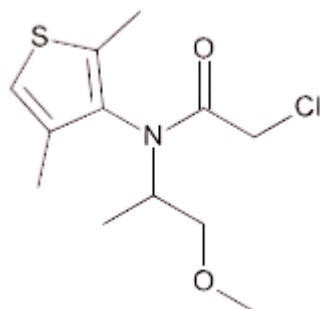
Saflufenacil: N'- [2-Cloro-4-fluoro-5-(3-metil-2,6-dioxo-4-(trifluorometil) -3,6-dihidro-1(2H) pirimidinil) benzoil] -N-isopropil-N-metilsulfamida (18).

#### **Ingrediente activo**

Dimetenamida y Saflufenacil (19).

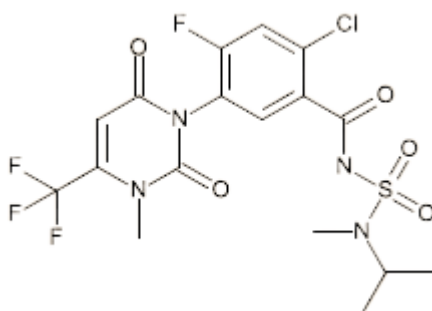
**Figura 1**

*Dimetenamida*



**Figura 2**

*Saflufenacil*



*Nota.* Las figuras representan la estructura química del producto. Tomada de HRAC Mode of Action Classification 2020 poster. (19)

## Formulación

Concentrado emulsionable (CE), contiene mezcla de 600 g/l de Dimethenamid-P + 68 g/l de Saflufenacil (18).

## Clasificación HRAC y Modo de Acción (MoA)

La dimetenamida se clasifica en el grupo 15, inhibición de la síntesis de ácidos grasos de cadena muy larga y su modo de acción es en el metabolismo celular. El saflufenacil se clasifica en el grupo 14, inhibición de la protoporfirinógeno oxidasa y su modo de acción se da en la activación por la luz de las especies reactivas del oxígeno (19).

### 2.3.3. *Basta*

#### Descripción

Es un herbicida de contacto, no selectivo, adecuado para el control de malezas gramíneas, anuales y de hoja ancha (20).

#### Nombre IUPAC

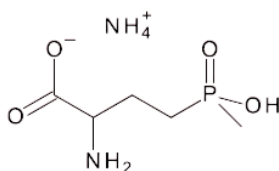
(\*) (DL) – homoalanin-4-il(metil) fosfinato de amonio (20).

#### Ingrediente activo

Glufosinato de amonio (20).

**Figura 3**

*Glufosinato de amonio*



*Nota.* La figura representa la estructura química del producto. Tomada de HRAC Mode of Action Classification 2020 poster. (19)

#### Formulación

Concentrado soluble (SL), contiene Glufosinate-ammonium 150 g/l (20).

#### Clasificación HRAC y Modo de Acción (MoA)

Se clasifica en el grupo 10, inhibición de la glutamina sintetasa y su modo de acción se da en la activación por la luz de las especies reactivas del oxígeno (19).

### 2.3.4. *Gramilaq*

#### Descripción

Herbicida de contacto, selectivo para malezas gramíneas y de hoja ancha, el cual es absorbido a través de las raíces y hojas (21).

## Nombre IUPAC

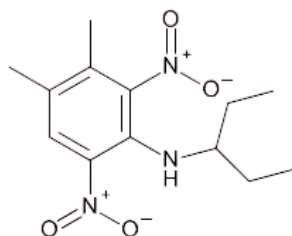
N-(1-ethylpropyl)-2,6-dinitro-3,4-xylidine (21).

## Ingrediente Activo

Pendimetalina

**Figura 4**

*Pendimetalina*



*Nota.* La figura representa la estructura química del producto. Tomada de HRAC Mode of Action Classification 2020 poster. (19)

## Formulación

Concentrado Emulsionable (CE). Sus dosificaciones agrícolas son de 2cm o 3cm por litro de producto comercial (21).

## Clasificación HRAC y Modo de Acción (MoA)

Se clasifica en el grupo 3, inhibición del ensamblaje de microtúbulos y su modo de acción es en la división y crecimiento celular (19).

### 2.3.5. *Adengo*

## Descripción

Es un herbicida selectivo para maíz que actúa de forma sistémica y de contacto en el tratamiento de preemergencia a la maleza y al cultivo (22).

## Nombre IUPAC

(\*) (5-ciclopropil-1,2-oxazol-4-il) ( $\alpha$ ,  $\alpha$ ,  $\alpha$ -trifluoro-2-metil-p-tolil) metanona (22).

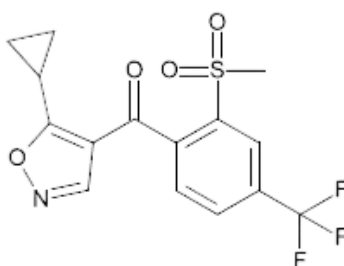
(\*\*) 4- [(4,5 – dihidro-3-metoxi-4-metil-5-oxo-1H-1,2,4-triazol-1-il) carbonilsulfamoil] -5-metiltiofeno-3-carboxilato de metilo (22).

## Ingrediente Activo

Isoxaflutole

**Figura 5**

*Isoxaflutole*



*Nota.* La figura representa la estructura química del producto. Tomada de HRAC Mode of Action Classification 2020 poster. (19)

## Formulación

Suspensión concentrada (SC) que contiene 225 gramos de Isoxaflutole + 90 g de Thiencarbazon - methyl por litro de producto comercial (22).

## Clasificación HRAC y Modo de Acción (MoA)

Se clasifica en el grupo 27, inhibición de la hidroxifenil piruvato dioxigenasa y su modo de acción se da en la activación por la luz de las especies reactivas del oxígeno (19).

### 2.3.6. Aminapac 720

## Descripción

Es un herbicida hormonal post-emergente, sistémico y selectivo (23).

## Nombre IUPAC

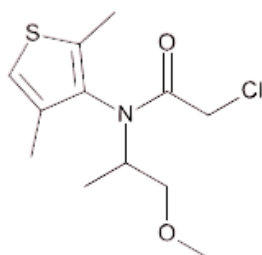
(2,4-dichlorophenoxy) acetic acid (23).

## Ingrediente Activo

Dimethenamid

**Figura 6**

*Dimethenamid*



*Nota.* La figura representa la estructura química del producto. Tomada de HRAC Mode of Action Classification 2020 poster. (19)

## Formulación

Concentrado soluble (CS), se utiliza 0.5 l en 300 l/agua por ha (23).

## Clasificación HRAC y Modo de Acción (MoA)

Se clasifica en el grupo 15, inhibición de la síntesis de ácidos grasos de cadena muy larga de cadena muy larga y su modo de acción su modo de acción es en el metabolismo celular(19).

### 2.3.7. Gesaprim

## Descripción

Es un herbicida selectivo del grupo de las Triazinas. Combate malezas anuales dicotiledóneas y en particular gramíneas en germinación temprana, en cultivos de maíz, sorgo, caña de azúcar y piña (24).

## Nombre IUPAC

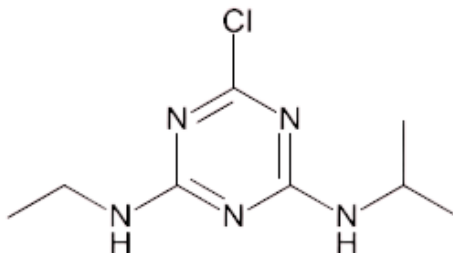
2-cloro-4-etilamino-6-isopropilamino-s-triazina (24).

## Ingrediente activo

Atrazine

**Figura 7**

*Atrazine*



*Nota.* La figura representa la estructura química del producto. Tomada de HRAC Mode of Action Classification 2020 poster. (19)

## Formulación

Granulado dispersable (WG) en agua que contiene 900 g/kg de ingrediente activo por kilogramo de producto comercial (24).

## Clasificación HRAC y Modo de Acción (MoA)

Se clasifica en el grupo 5, inhibición de la fotosíntesis II y su modo de acción se da en la activación por la luz de las especies reactivas del oxígeno (19).

### 2.3.8. Heat

## Descripción

Es un herbicida sistémico y residual aplicado en forma pre-emergente al cultivo y post emergente a las malezas de hojas anchas y ciperáceas (25).

## Nombre IUPAC

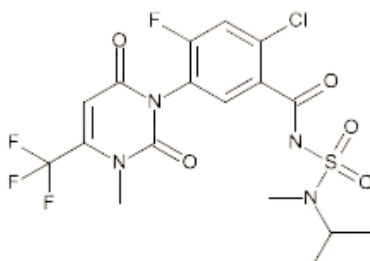
\*N'-[2-cloro-4-fluoro-5-[1,2,3,6-tetrahidro-3-metil-2,6-dioxo-4-(trifluorometil)pirimidin-1-il]benzoil]-N-isopropil-N-metilsulfamida (25).

## Ingrediente Activo

Saflufenacil (25).

**Figura 8**

*Saflufenacil*



*Nota.* La figura representa la estructura química del producto. Tomada de HRAC Mode of Action Classification 2020 poster. (19)

## Formulación

Gránulos dispersables (WG). Para preparar la mezcla llenar el tanque con agua la mitad (agua pH 5.5 - 6.0), diluir la cantidad necesaria 50g/ha (premezcla), agregar esta mezcla al tanque y completar con agua manteniendo agitación (25).

## Clasificación HRAC y Modo de Acción (MoA)

El saflufenacil se clasifica en el grupo 14, inhibición de la protoporfirinógeno oxidasa y su modo de acción se da en la activación por la luz de las especies reactivas del oxígeno (19).

### 2.3.9. Gramoxone

## Descripción

Es un herbicida pre-emergente de contacto que elimina rápidamente la mayoría de malezas de hoja ancha y angosta (26).

## Nombre IUPAC

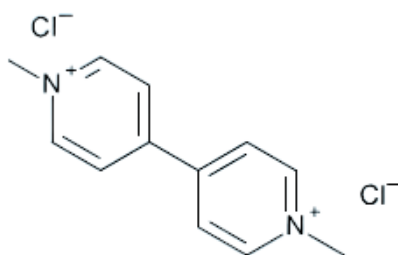
1,1'-dimethyl-4,4'-bipyridinium (26).

## Ingrediente Activo

Paraquat dichloride

## Figura 9

### Paraquat



*Nota.* La figura representa la estructura química del producto. Tomada de HRAC Mode of Action Classification 2020 poster. (19)

## Formulación

Concentrado soluble (SL), 200 g/l de Paraquat, en el campo se aplican de 2l/ha (26).

## Clasificación HRAC y Modo de Acción (MoA)

El saflufenacil se clasifica en el grupo 22, fotosíntesis l desviación de electrones y su modo de acción se da en la activación por la luz de las especies reactivas del oxígeno (19).

### 2.3.10. Glifopac

## Descripción

Herbicida sistémico no selectivo, para el control de malezas gramíneas, de hoja ancha y ciperáceas en cultivos como banano, palma africana, café, cacao, arroz, hortalizas-frutales, maíz y otros usos como limpieza de áreas no agrícolas (27).

## Nombre IUPAC

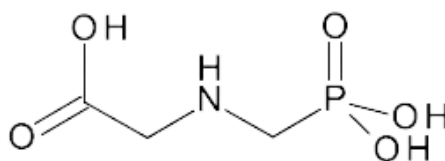
N-(phosphonomethyl) glycine (27).

## Ingrediente activo

Glyphosate

**Figura 10**

*Glyphosate*



*Nota.* La figura representa la estructura química del producto. Tomada de HRAC Mode of Action Classification 2020 poster. (19)

## **Formulación**

Concentrado soluble (CS), 3 – 4 l/ha en 200 - 400 l de agua (27).

## **Clasificación HRAC y Modo de Acción (MoA)**

El saflufenacil se clasifica en el grupo 9, inhibición de la enolpiruvil shikimato fosfato sintasa y su modo de acción se da en la activación por la luz de las especies reactivas del oxígeno (19).

### **2.4. Costos de Tratamientos**

A lo largo de un proceso productivo en el campo se llevan a cabo una serie de acciones, las cuales generan costos, estos costos por lo general desempeñan funciones principales que influyen en el crecimiento del cultivo y de por si son inamovibles del presupuesto que se realiza anterior a la siembra, pero existen métodos eficaces que pueden ayudar al agricultor a disminuir estos costos y aun así mantener buenos resultados a lo largo de su producción. Con lo dicho anteriormente, explícitamente estos costos se subdividen en costos fijos y costos variables.

#### **2.5.1. Costos Fijos**

Se consideran como costos fijos a los costos que conlleva mantener una producción y no varían, ya que su monto permanecerá constante a través del período de tiempo sea a corto o largo plazo. De los recursos fijos que hablamos los principales serían: el terreno, infraestructura, agroquímicos, maquinaria, recursos humanos, entre otros

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1. Localización

La presente investigación fue realizada en el Campo de Investigación de Maíz en Convenio de UTEQ - BASF ubicado en la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Campus “La María”, en el Km 7 ½ de la Vía Quevedo - El Empalme, Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos, cuyas coordenadas geográficas son de 01° 11’ 02’’ de latitud Sur y 79° 30’ 20’ de longitud Oeste.

En la tabla 6, se muestran las características agroclimáticas de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Campus “La María”

**Tabla 6.**

*Características agroclimáticas del Campus “La María”*

| Parámetros                   | Valores                  |
|------------------------------|--------------------------|
| Suelo de finca “La María”    | Textura franco arcillosa |
| pH                           | 6.5 – 7.5                |
| División                     | Angiospermae             |
| Clima                        | Tropical húmedo          |
| Temperatura media diaria     | 24°C                     |
| Precipitación anual promedio | 2295 mm                  |
| Humedad relativa             | 84% - 87%                |

*Fuente:* Estación Meteorológica Pichilingue – INIAP (2018)

### 3.2. Tipo de Investigación

En el presente estudio se realizó una investigación de tipo experimental para la evaluación de variables, comparando información existente en literatura e investigaciones anteriores referentes a la incidencia de control de diversas mezclas de herbicidas pre-emergentes con el fin de aminorar la incidencia de malezas desde la siembra en el cultivo de maíz. (*Zea mays* L.).

### **3.3. Método de Investigación**

Se utilizó el método deductivo, con el cual se llegó a conclusiones lógicas después de las aplicaciones de las mezclas de herbicidas pre-emergentes y el método inductivo para establecer los datos y poder sacar conclusiones generales partiendo de los datos relacionados con la eficiencia/residualidad de los herbicidas.

### **3.4. Fuente de Recopilación de Información**

La presente información fue recopilada a través de fuentes primarias, las cuales se obtuvieron directamente en el campo mediante el registro de los datos de las variables planteadas y las fuentes secundarias tales como tesis, tesina, libros, artículos de revistas científicas, folletos, boletines divulgativos, posters etc., los cuales sirvieron para recopilar la información.

### **3.5. Diseño Estadístico**

#### ***3.5.1. Factores de Estudio***

Se estudiaron seis mezclas de herbicidas pre-emergentes para el control de malezas en 4 épocas de evaluación después de la aplicación.

#### ***3.5.2. Tratamientos***

En la tabla 7, se describen las combinaciones los tratamientos utilizados.

**Tabla 7.**

*Tratamientos: Combinaciones de ingrediente activo y dosis.*

| <b>Tratamientos</b> | <b>Ingrediente activo</b>                  | <b>dosis ha<sup>-1</sup></b>       |
|---------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|
| 1                   | Integrity + Basta + Gramilaq               | 1.50 L + 1.50 L + 3.00 L           |
| 2                   | Adengo + Basta                             | 0.35 L + 1.50 L                    |
| 3                   | Basta + Aminapac 720 + Gesaprim + Gramilaq | 1.50 L + 0,50 L + 1.00 Kg + 3.00 L |
| 4                   | Basta + Heat                               | 1.50 L + 1.50 Kg                   |
| 5                   | Integrity + Gramoxone + Gramilaq           | 1.50 L + 2.00 L + 3.00 L           |
| 6                   | Integrity + Glifopac + Gramilaq            | 1.50 L + 2.00 L + 3.00 L           |
| 7                   | Testigo absoluto (control mecánico)        |                                    |

### **3.5.3. Modelo de Diseño Estadístico**

Para evaluar herbicidas pre-emergentes en el cultivo de maíz se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con arreglos en parcelas divididas para las variables densidad de malezas y porcentaje de suelo cubierto y para las otras variables se utilizó un DBCA con seis repeticiones. Las comparaciones de las medias de los tratamientos se realizaron mediante la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad, y para las épocas de aplicación se realizó el análisis de varianza de la regresión usando como fuente el programa RStudio

En la tabla 8, se observa el esquema de análisis de la varianza para las variables que se evaluaron en un DBCA.

**Tabla 8.***Esquema del análisis de la varianza*

| <b>Fuente de variación</b> | <b>Grados de libertad</b> |
|----------------------------|---------------------------|
| Bloque                     | 6                         |
| Repeticiones               | 5                         |
| Error                      | 2                         |
| Épocas de aplicación       | 30                        |
| Total                      | 41                        |

En la tabla 9, se observa el esquema del análisis de varianza para las variables que se evaluaron en un arreglo de campo de parcelas divididas en el tiempo.

**Tabla 9.***Esquema del modelo estadístico de parcelas divididas (DBCA)*

| <b>Fuente de variación</b> | <b>Grados de libertad</b> |
|----------------------------|---------------------------|
| Bloque                     | 5                         |
| Tiempo (T)                 | 3                         |
| Error (a)                  | 15                        |
| Parcelas                   | 23                        |
| Tratamiento (H)            | 6                         |
| T x H                      | 18                        |
| Error (b)                  | 120                       |
| Total                      | 41                        |

### 3.5.4. Esquema del Experimento

En la tabla 10, se presenta el esquema del experimento utilizado en el ensayo

**Tabla 10.**

*Esquema del experimento utilizado en el ensayo*

| <b>Especificación</b>      | <b>Unidad</b>                                                    |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Número de parcelas         | 7                                                                |
| Largo de la parcela        | 10 m                                                             |
| Ancho de la parcela        | 8 m                                                              |
| Área de la parcela         | 80 m                                                             |
| Área útil de la parcela    | 30 m <sup>2</sup>                                                |
| Distancia entre bloques    | 2 m <sup>2</sup>                                                 |
| Distancia entre parcelas   | 4 m <sup>2</sup>                                                 |
| Distancia entre hileras    | 0.80 m                                                           |
| Distancia entre plantas    | 0.20 m                                                           |
| Hileras útiles por parcela | 6                                                                |
| Área del ensayo            | 560 m <sup>2</sup> (23.41 m <sup>2</sup> x 23.94m <sup>2</sup> ) |
| Área útil del ensayo       | 200 m <sup>2</sup> (1m <sup>2</sup> x 42 parcelas)               |

## 3.6. Instrumentos de Investigación

### 3.6.1 Manejo del Experimento

#### 3.6.1.1 Preparación del Suelo

Se realizó un pase de la rozadora para cortar toda superficie que estuviera con maleza luego se procedió a utilizar un tractor Massey Ferguson para preparar el terreno, dejando el suelo suelto para luego retirar los restos vegetales con un rastrillo.

### **3.6.1.2. Siembra**

Para realizar la labor de siembra, se utilizó la siembra de manera empírica en la cual por cada hoyo se colocaban dos semillas, esto se realizó con ayuda de varios trabajadores de la empresa privada BASF.

### **3.6.1.3. Control de Malezas**

En la aplicación de los diferentes tratamientos para el control de malezas que se realizaron al día siguiente a la siembra. Los productos se fumigaron con una bomba de presión constante (2.5 bares) con un aguilón de cuatro boquillas de abanico 8003, el volumen de agua fue de 16 litros por parcela de líquido neto que se gastó, las parcelas fueron de 80 x10 m<sup>2</sup>, que dan una relación de 200 litros por hectárea, el pH del agua fue de 7.0. Las condiciones ambientales al momento de la aplicación fueron: temperatura 24°C, humedad relativa 60 % y viento de 10 km/h.

### **3.6.1.4. Establecimiento de Puntos de Evaluación**

Para realizar el conteo de malezas, con ayuda de estaquillas pequeñas se realizaron seis diferentes cuadros de 1m x 1m en cada parcela, luego se procedió a realizar el conteo visualmente a los 7, 14, 21 y 28 días después de la siembra.

### **3.6.1.5. Determinación de las Malezas Asociadas al Cultivo de Maíz (*Zea mays* L.) a Evaluar**

En esta labor se monitoreó el tratamiento testigo luego de los 7 días de siembra, ya que este tratamiento tiene más incidencia de maleza y se verificó la emergencia de las malezas que se repetían en los demás tratamientos a estudiar.

### **3.6.1.6 Fertilización**

La fertilización se realizó en todos los tratamientos que se llevaron a cabo con el MixPac® Maíz inicial, el cual es un fertilizante inorgánico de aplicación edáfica la misma que se aplicó después de los 10 días de siembra.

### **3.6.1.7 Control de Insectos Plaga**

Para el control de insectos plagas se aplicó una mezcla de insecticidas Solaris 150 gr ha<sup>-1</sup>, Metomil 200 gr ha<sup>-1</sup> y Acetamiprid 200 gr ha<sup>-1</sup> después de los diez días de la siembra.

### **3.7.1.8. Cosecha**

La cosecha se la realizará a los 110 días de maduración de forma manual, cuando el cultivo se encuentre en etapa fenológica R6 o R7, el grano estará duro y tendría de unos 30 a 32 grados de humedad aproximadamente.

## **3.6.2. Datos a Tomar y Formas de Evaluación**

### **3.6.2.1. Densidad de Malezas**

Los datos se contabilizaron en tipos y malezas que estuvieron presentes en el cultivo, se utilizó un cuadro de 1m x 1m, el cual con ayuda de piolas se los sub dividió en 9 cuadros más pequeños, solo al momento del conteo para tener un mejor registro de las malezas a los 7, 14, 21 y 28 días después de la siembra.

### **3.6.2.2. Porcentaje de Suelo Cubierto**

Se utilizó el software de CobCal para obtener el porcentaje de incidencia de maleza y para la toma de las fotos el Drone Phantom 4V2 a los 14, 21 y 28 días después de la siembra.

### 3.6.2.3. Tipos y Cantidad de Malezas que Muestren Sobrevivencia y Reproducción

Se determinó los tipos y nombres de las malezas en porcentaje que muestren capacidad de sobrevivencia y reproducción luego de la aplicación de los herbicidas pre-emergentes valorando a los 7, 14, 21 y 28 días después de la siembra.

### 3.6.2.4. Toxicidad al Cultivo

Se analizó el índice de toxicidad presente en el cultivo a los 7, 14, 21-28 días después del cultivo, y para la explicación de los resultados se interpretará con la escala propuesta por la EWRS (Tabla 11).

**Tabla 11.**

*Escala de toxicidad y efecto en maleza según la EWRS*

| <b>Escala de toxicidad y efecto en maleza según la EWRS</b> |                       |                    |                          |                                              |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------------|----------------------------------------------|
| Valor                                                       | Control de maleza (%) | Efecto en maleza   | Toxicidad al cultivo (%) | Efecto en el cultivo                         |
| 1                                                           | 99.0 - 100.0          | Muerte             | 0.0 - 1.0                | Sin efecto                                   |
| 2                                                           | 96.5 - 99.0           | Muy buen control   | 1.0 - 3.5                | Síntomas muy ligeros                         |
| 3                                                           | 93.0 - 96.5           | Buen control       | 3.5 - 7.0                | Síntomas ligeros                             |
| 4                                                           | 87.5 - 93.0           | Control suficiente | 7.0 - 12.5               | Síntomas evidentes sin efecto en rendimiento |
| 5                                                           | 80.0 - 87.5           | Control medio      | 12.5 - 20.0              | Daño medio                                   |
| 6                                                           | 70.0 - 80.0           | Control regular    | 20.0 - 30.0              | Daño elevado                                 |
| 7                                                           | 50.0 - 70.0           | Control pobre      | 30.0 - 50.0              | Daño muy elevado                             |
| 8                                                           | 1.0 - 50.0            | Control muy pobre  | 50.0 - 99.0              | Daño severo                                  |
| 9                                                           | 0.0 - 1.0             | Sin efecto         | 99.0 - 100.0             | Muerte                                       |

*Nota.* Sociedad Europea de Investigación en Malezas.

#### **3.6.2.5. Porcentaje de Emergencia**

Se contabilizó el número de plantas germinadas por repetición a los 7 días después de la siembra, y se dividió para el total de sitios sembrados en las hileras útiles para luego establecer el porcentaje.

#### **3.6.2.6. Días a la Floración**

Para evaluar la floración se contaron los días transcurridos entre la fecha de siembra y cuando el 50% más una de las plantas del área útil presente de las plantas estaba florecidas.

#### **3.6.2.7. Peso de Materia Seca de Maíz**

Se contarán 10 plantas al azar de cada parcela, se dejará secar y luego pesar los resultados que se los expresará en kilogramo por planta.

#### **3.6.2.8. Peso de 1000 Granos**

Se tomará una muestra de 1000 granos por parcela desechando los granos que no estuvieron en perfecto estado, luego se pesará en una balanza de precisión expresando el resultado en gramos.

#### **3.6.2.9. Rendimiento**

Se determinará el peso total del grano recolectado en el área útil de la parcela experimental en kg.

#### **3.6.2.10. Análisis Económico**

Se determinará el peso total del grano recolectado en el área útil de la parcela experimental, para observar cuál tratamiento tiene mayor beneficio económico para el agricultor.

### **3.7. Tratamiento de los datos**

Se utilizaron, clasificaciones de malezas, conteo del incremento y codificaciones de los datos, llevando a cabo un registro de las mismas en la herramienta estadística Excel, posteriormente se realizaron las pruebas estadísticas en el programa RStudio. Para obtener las tablas y gráficos, los resultados ya tabulados fueron llevados a Excel para comparar resultados, relacionar variables y describir tendencias.

### **3.8. Recursos Humanos y Materiales**

#### **3.8.1. Recursos Humanos**

- Docente director del proyecto de integración curricular.
- Ingenieros de la empresa “BASF” a cargo del seguimiento de proyecto de investigación.
- Estudiante responsable del proyecto de investigación

#### **3.8.2. Recursos Materiales y equipos**

- Bomba de Mochila / Aguilón
- Equipo de protección para aplicación de plaguicidas sugerido por la etiqueta de los productos.
- Esferos

- Memoria USB
- Marcadores
- Laptop
- Impresora
- Libreta de campo
- Machete
- Metro
- Estacas
- Cintas
- Cuerdas
- Clavos
- Material de apoyo de hojas (Tablero)

### ***3.8.3. Material Vegetal***

Semillas de maíz “Emblema”

### ***3.8.4. Insumos Químicos***

- Integrity®
- Basta
- Adengo
- Heat
- Aminapac 720
- Gramoxone
- Glifopac
- Gesaprim
- Gramilaq

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### 4.1. Tipos y Determinación de Malezas que Muestren Supervivencia y Reproducción

Acerca de la población total de la maleza bajo ensayo se registraron seis especies pertenecientes a la familia Fabaceae en un 36% de malezas de hoja ancha, dos especies pertenecientes a la familia Poaceae en un 26% de malezas gramíneas y por último tres especies pertenecientes a la familia Cyperaceae en un 38% de malezas ciperáceas para lo cual se utilizó para la identificación de las familias el Manual de malezas presentes en cultivos de importancia económica del Ecuador (28).

En la tabla 12, se observa el nombre común, nombre científico de los tipos y determinación de malezas que mostraron supervivencia y reproducción.

**Tabla 12.**

*Tipos y determinación de malezas que mostraron supervivencia y reproducción.*

| <b>Tipos y determinación de malezas que mostraron supervivencia y reproducción</b> |                                    |                |             |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------|-------------|
| <b>Nombre común</b>                                                                | <b>Nombre científico</b>           | <b>Familia</b> | <b>Tipo</b> |
| Lecherón                                                                           | <i>Euphorbia hirta</i>             | Euphorbiaceae  | Hoja ancha  |
| Trébol                                                                             | <i>Ammi majus</i>                  | Apiáceas       | Hoja ancha  |
| Campanilla                                                                         | <i>Centrosema pubescens</i>        | Fabáceas       | Hoja ancha  |
| Lechosa                                                                            | <i>Euphorbia graminea</i>          | Euphorbiaceae  | Hoja ancha  |
| Chayotillo                                                                         | <i>Cucumis anguria</i>             | Cucurbitaceae  | Hoja ancha  |
| Borreria                                                                           | <i>Borreria verticillata</i>       | Rubiáceas      | Hoja ancha  |
| Caminadora                                                                         | <i>Rottboellia cochinchinensis</i> | Poaceae        | Gramínea    |
| Paja de burro                                                                      | <i>Eleusine indica</i>             | Poaceae        | Gramínea    |
| Cebollín                                                                           | <i>Cyperus rotundus</i>            | Cyperaceae     | Ciperácea   |
| Verdolaga                                                                          | <i>Portulaca oleracea</i>          | Cyperaceae     | Ciperácea   |
| Coquito                                                                            | <i>Cyperus esculentus</i>          | Cyperaceae     | Ciperácea   |

*Nota.* Catálogo de malezas en Santa Elena-Ecuador. Autor: Ing. Víctor Veintimilla

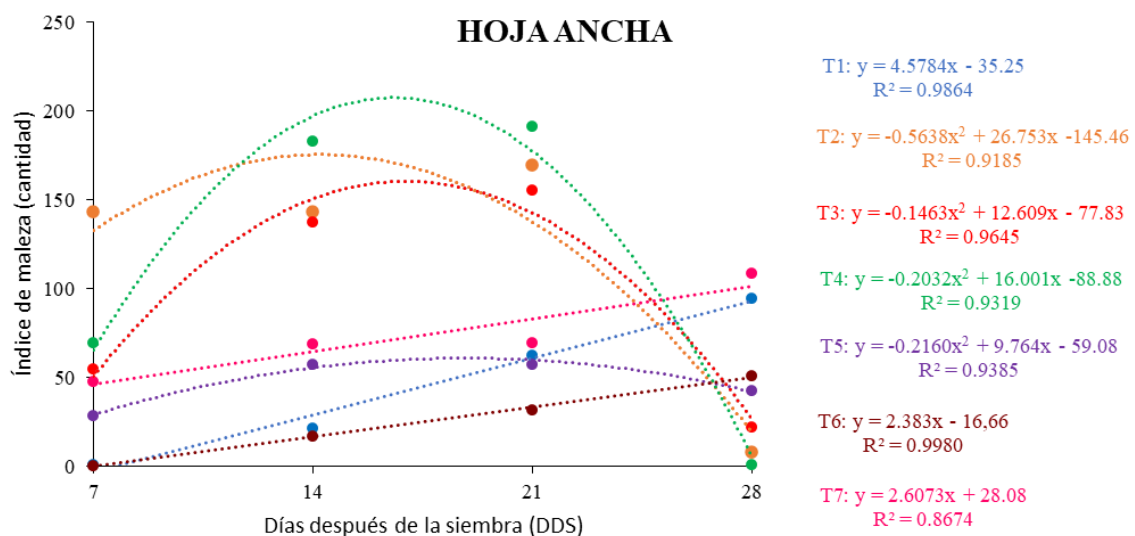
## 4.2. Densidad de Malezas

De acuerdo con el análisis de varianza (anexo B) se pudo comprobar que existieron diferencias significativas para la interacción de épocas de evaluación por alternativas de control para malezas de hoja ancha. El coeficiente de variación a y b reportados fueron de 20.17 y 37.76% aceptables para este tipo de investigación en campo.

La cantidad de maleza para T2 (Adengo 0.35L + Basta 1.50L), T3 (Basta 1.50L + Aminapac 720 0.50L + Gesaprim 1.00 Kg + Gramilaq 3.00L), T4 (Basta 1.50L + Heat 1.50Kg) y T5 (Integrity 1.50L + Gramoxone 2.00L + Gramilaq 3.00L) presentó comportamiento cuadrático, en respuesta a las épocas de evaluación (Figura 11), por otro lado T1(Integrity 1.50L+Basta 1.50L+ Gramilaq 3.00L), T6 (Integrity 1.50L + Glifopac 2.00L + Gramilaq 3.00L) y T7 presentaron una respuesta lineal, siendo el máximo control T6 (Integrity 1.50L + Glifopac 2.00L + Gramilaq 3.00L) a lo largo de la evaluación.

**Figura 11.**

*Variación de la densidad de malezas de hoja ancha en el cultivo de maíz (Zea mays L.) a los 7,14,21 y 28 días después de la aplicación.*

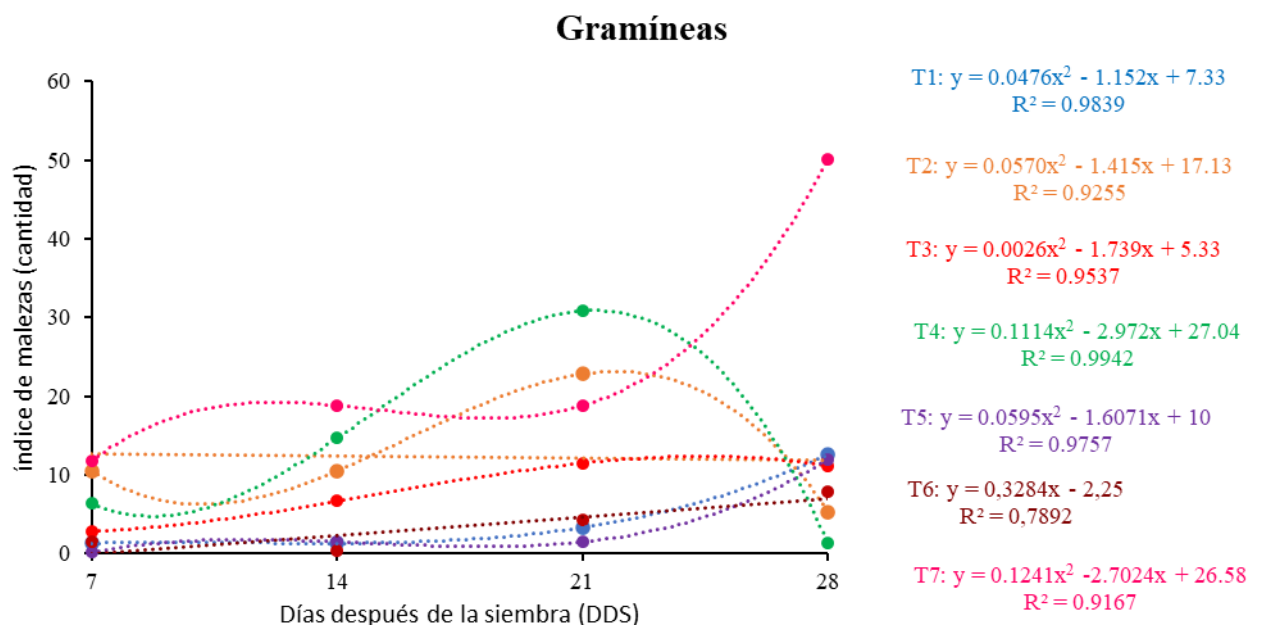


Para gramíneas de acuerdo con el análisis de varianza (anexo C) se pudo comprobar que existieron diferencias significativas para la interacción de épocas de evaluación por alternativas de control. El coeficiente de variación a y b reportados fueron de 41.18 y 63.15% aceptables para este tipo de investigación en campo.

La cantidad de maleza para T2 (Adengo 0.35L + Basta 1.50L) y T5 (Integrity 1.50L + Gramoxone 2.00L + Gramilac 3.00L) presentaron una respuesta descendente respecto a la cantidad de malezas, por otro lado T1 (Integrity 1.50L+Basta 1.50L+ Gramilac 3.00L), T5 (Integrity 1.50L + Gramoxone 2.00L + Gramilac 3.00L) y T7 presentaron una respuesta exponencial a las épocas de evaluación (Figura 12), para finalizar T3 (Basta 1.50L + Aminapac 720 0.50L + Gesaprim 1.00 Kg + Gramilac 3.00L) y T6 (Integrity 1.50L + Glifopac 2.00L + Gramilac 3.00L) presentaron una respuesta lineal, siendo el máximo control T6 a lo largo de la evaluación.

**Figura 12.**

*Variación de la densidad de malezas gramíneas en el cultivo de maíz (Zea mays L.) a los 7,14,21 y 28 días después de la aplicación.*



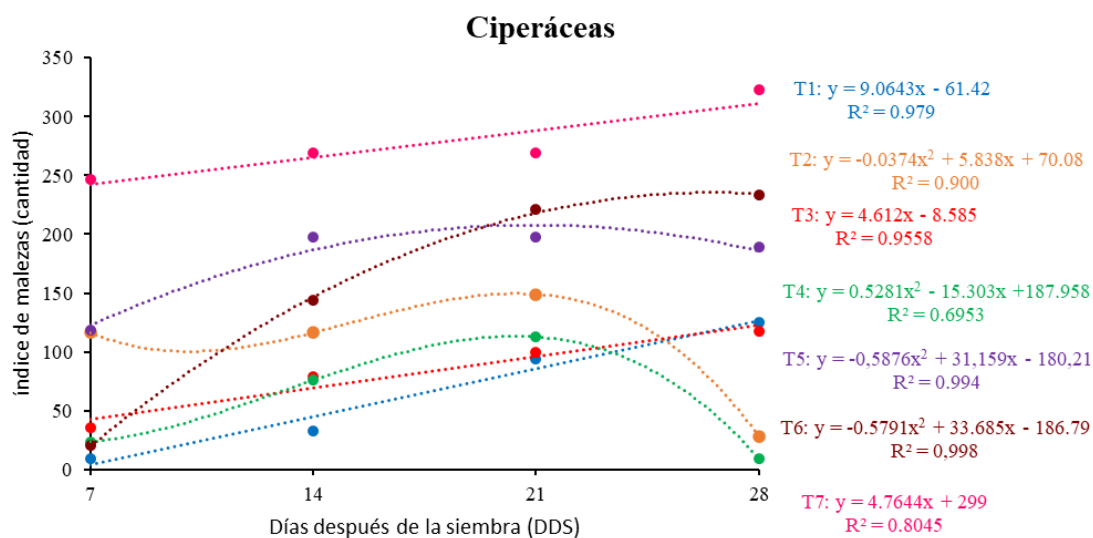
De acuerdo con el análisis de varianza (anexo D) se pudo comprobar que para ciperáceas existieron diferencias significativas para la interacción de épocas de evaluación por alternativas de control. El coeficiente de variación a y b reportados fueron de 15.23 y 35.34% aceptables para este tipo de investigación en campo.

La cantidad de maleza para T5 (Integrity 1.50L + Gramoxone 2.00L + Gramilaq 3.00L) y T6 (Integrity 1.50L + Glifopac 2.00L + Gramilaq 3.00L) presentaron una respuesta ascendente (Figura 13) , el T7 presentó desde el inicio una respuesta lineal alta de maleza, por otro lado el T1 (Integrity 1.50L+Basta 1.50L+ Gramilaq 3.00L) y T3 (Basta 1.50L + Aminapac 720 0.50L + Gesaprim 1.00 Kg + Gramilaq 3.00L) presentaron una respuesta lineal baja, que ha medida iban pasan los días fue ascendiendo, el T4 (Basta 1.50L + Heat 1.50Kg) mostró incidencia descendente y control de malezas hasta los 21 días, este tratamiento presentó el máximo control a lo largo de la evaluación.

En la densidad de malezas, clasificadas por hoja ancha, gramíneas y ciperáceas los tratamientos T5 (Integrity 1.50L + Gramoxone 2.00L + Gramilaq 3.00L), T6 (Integrity 1.50L + Glifopac 2.00L + Gramilaq 3.00L) y T1(Integrity 1.50L+Basta 1.50L+ Gramilaq 3.00L), compuestos por dimetanamida, saflufenacil, paraquat, glyphosate y pendimetalina, destacaron estadísticamente de las variables evaluadas.

**Figura 13.**

*Variación de la densidad de malezas ciperáceas en el cultivo de maíz (Zea mays L.) a los 7,14,21 y 28 días después de la aplicación.*



En la tabla 13, para malezas de hoja ancha a los 7, 14, 21 y 28 DDS no se observaron diferencias significativas entre el T2 (Adengo 0.35L + Basta 1.50L), T3 (Basta 1.50L + Aminapac 720 0.50L + Gesaprim 1.00 Kg + Gramilaq 3.00L) y T4 (Basta 1.50L + Heat 1.50Kg), mientras en el T1(Integrity 1.50L+Basta 1.50L+ Gramilaq 3.00L) a los 28 DDS pierde su eficacia, los tratamientos T5 (Integrity 1.50L + Gramoxone 2.00L + Gramilaq 3.00L) y T6 (Integrity 1.50L + Glifopac 2.00L + Gramilaq 3.00L) mantuvieron un buen control hasta culminar el mes.

**Tabla 13.**

*Cantidad de malezas de hoja ancha para la interacción de los tratamientos a los 7,14,21 y 28 días después de la siembra (DDS).*

| Tratamiento | 7DDS     | 14DDS    | 21DDS    | 28DDS    |
|-------------|----------|----------|----------|----------|
| 1           | 1,00 a   | 21,83 a  | 62,33 a  | 94,33 bc |
| 2           | 6,00 ab  | 143,17 c | 143,17 b | 169,83 d |
| 3           | 8,33 ab  | 54,83 ab | 137,67 b | 155,50 d |
| 4           | 21,67 ab | 69,83 b  | 183,00 b | 191,33 d |
| 5           | 1,00 a   | 28,33 ab | 57,67 a  | 42,67 a  |
| 6           | 0,17 a   | 17,17 a  | 32,00 a  | 50,83 ab |
| 7           | 47,83 b  | 69,00 b  | 69,50 a  | 108,50 c |

\*Letras distintas en cada fecha de evaluación indican diferencias significativas entre tratamientos, según test de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Para gramíneas (Tabla 14) no se observaron diferencias significativas entre las mezclas de herbicidas a los 7DDS, pero en los 14, 21 y 28 DDS sí existieron diferencias significativas siendo el T2 (Adengo 0.35L + Basta 1.50L) y T7 los que presentaron mayor incidencias de malezas, el T1(Integrity 1.50L+Basta 1.50L+ Gramilaq 3.00L), , T5 (Integrity 1.50L + Gramoxone 2.00L + Gramilaq 3.00L) y T6 (Integrity 1.50L + Glifopac 2.00L + Gramilaq 3.00L) mostraron control y el T3 (Basta 1.50L + Aminapac 720 0.50L + Gesaprim 1.00 Kg + Gramilaq 3.00L) mostro los mejores resultados a lo largo de la evaluación.

**Tabla 14.**

*Cantidad de malezas gramíneas para la interacción de los tratamientos a los 7,14,21 y 28 días después de la siembra.*

| Tratamientos | 7DDS     | 14DDS      | 21DDS      | 28DDS     |
|--------------|----------|------------|------------|-----------|
| 1            | 11,33 a  | 48,33 ab   | 135,33 ab  | 193,83 ab |
| 2            | 103,83 a | 160,33 bc  | 160,33 abc | 209,50 ab |
| 3            | 30,33 a  | 43,17 a    | 94,00 a    | 121,00 a  |
| 4            | 117,33 a | 45,33 ab   | 131,33 ab  | 162,83 a  |
| 5            | 12,17 a  | 131,67 abc | 224,17 bc  | 228,50 ab |
| 6            | 22,17 a  | 166,67 c   | 269,83 cd  | 300,83 b  |
| 7            | 340,33 b | 368,83 d   | 368,83 d   | 451,50 c  |

\*Letras distintas en cada fecha de evaluación indican diferencias significativas entre tratamientos, según test de Tukey ( $p < 0,05$ ).

La respuesta de la cantidad de malezas ciperáceas se muestra en la tabla 15 donde a los 7DDS no se observaron diferencias significativas para los tratamientos químicos, luego a los 14, 21 y 28 DDS sí existió diferencia significativa siendo el T5 (Integrity 1.50L + Gramoxone 2.00L + Gramilaq 3.00L), T6 (Integrity 1.50L + Glifopac 2.00L + Gramilaq 3.00L) y T7 los resultados menos eficaces, el T3 (Basta 1.50L + Aminapac 720 0.50L + Gesaprim 1.00 Kg + Gramilaq 3.00L) mostró los mejores resultados hasta finalizar la evaluación.

**Tabla 15.**

*Cantidad de malezas ciperáceas para la interacción de los tratamientos a los 7,14,21 y 28 días después de la siembra.*

| Tratamientos | 7DDS     | 14DDS      | 21DDS      | 28DDS     |
|--------------|----------|------------|------------|-----------|
| 1            | 11,33 a  | 48,33 ab   | 135,33 ab  | 193,83 ab |
| 2            | 103,83 a | 160,33 bc  | 160,33 abc | 209,50 ab |
| 3            | 30,33 a  | 43,17 a    | 94,00 a    | 121,00 a  |
| 4            | 117,33 a | 45,33 ab   | 131,33 ab  | 162,83 a  |
| 5            | 12,17 a  | 131,67 abc | 224,17 bc  | 228,50 ab |
| 6            | 22,17 a  | 166,67 c   | 269,83 cd  | 300,83 b  |
| 7            | 340,33 b | 368,83 d   | 368,83 d   | 451,50 c  |

\*Letras distintas en cada fecha de evaluación indican diferencias significativas entre tratamientos, según test de Tukey ( $p < 0,05$ ).

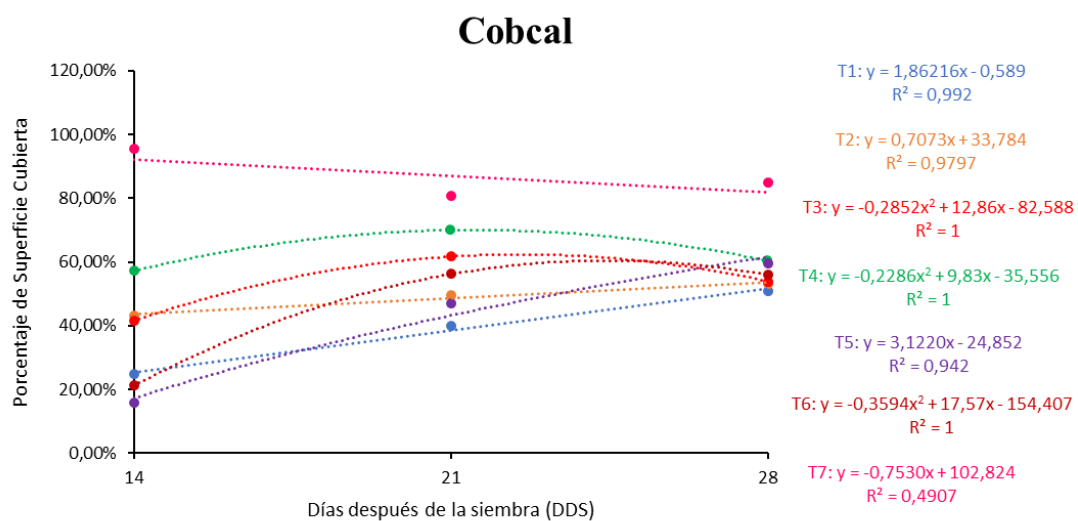
### 4.3. Porcentaje de Suelo Cubierto

De acuerdo con el análisis de varianza (anexo E) se pudo comprobar que existieron diferencias significativas para la interacción de épocas de evaluación por alternativas de control. El coeficiente de variación a y b reportados fueron de 13.20 y 11.64% aceptables para este tipo de investigación en campo.

La cantidad de suelo cubierto por maleza en T3 (Basta 1.50L + Aminapac 720 0.50L + Gesaprim 1.00 Kg + Gramilaq 3.00L), T4 (Basta 1.50L + Heat 1.50Kg) y T6 (Integrity 1.50L + Glifopac 2.00L + Gramilaq 3.00L) muestra un control leve al inicio pero luego sube de manera exponencial (Figura 14) y el T7 siempre mantiene su respuesta lineal alta desde el inicio, mientras tanto el T1(Integrity 1.50L+Basta 1.50L+ Gramilaq 3.00L), T2 (Adengo 0.35L + Basta 1.50L) y T5 (Integrity 1.50L + Gramoxone 2.00L + Gramilaq 3.00L) presentaron una respuesta lineal, siendo el máximo control T5 (Integrity 1.50L + Gramoxone 2.00L + Gramilaq 3.00L) a lo largo de la evaluación.

**Figura 14.**

*Porcentaje de suelo cubierto de malezas en el cultivo de maíz (Zea mays L.), a los 14, 21 y 28 días después de la siembra.*



La cantidad de porcentaje cubierto es más alto en el T7 (testigo absoluto), el T3 (Basta 1.50L + Aminapac 720 0.50L + Gesaprim 1.00 Kg + Gramilaq 3.00L) y el T4 (Basta 1.50L + Heat 1.50Kg) mostraron un aumento significativo a los 21 DDS, mientras tanto el T1(Integrity 1.50L+Basta 1.50L+ Gramilaq 3.00L) y T5 (Integrity 1.50L + Gramoxone 2.00L + Gramilaq 3.00L) presentaron un buen control de superficie cubierta a lo largo de la evaluación (Tabla 16).

**Tabla 16.**

*Porcentaje de malezas a los 14, 21 y 28 DDS con el uso de herbicidas pre-emergentes.*

\*Letras distintas en cada fecha de evaluación indican diferencias significativas entre tratamientos, según test de Tukey ( $p < 0,05$ ).

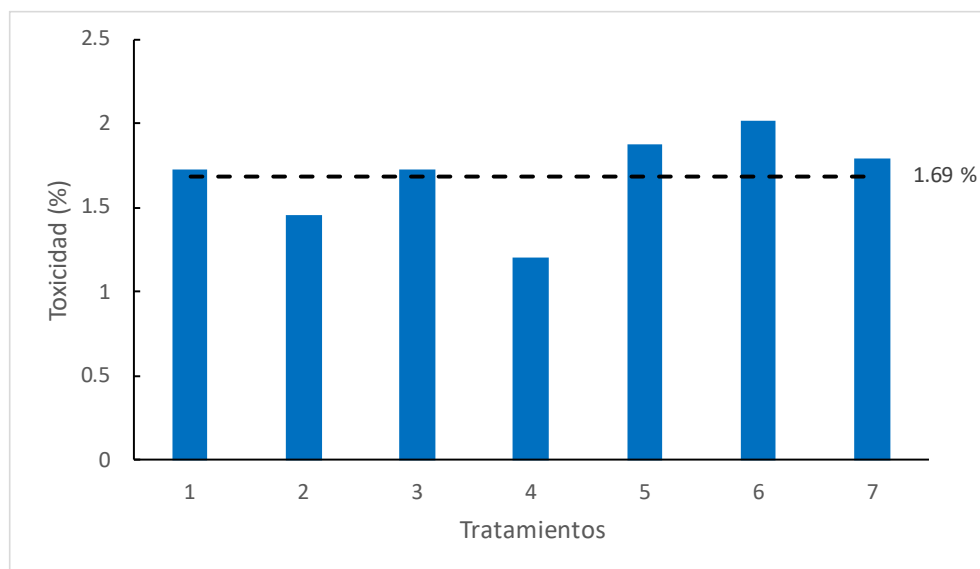
#### 4.4. Toxicidad al Cultivo

De acuerdo con el análisis de varianza (anexo F) se pudo comprobar que no existieron diferencias significativas para las épocas de evaluación, alternativas de control e interacción. El coeficiente de variación a y b reportados fueron de 36.63% y 52.95% aceptables para este tipo de investigación en campo.

El promedio de toxicidad del cultivo en general fue entre 1.80 y 2.00%, los cuales son síntomas muy ligeros según la escala de toxicidad y efecto en maleza según la EWRS (Figura 15).

**Figura 15.**

*Toxicidad a las plantas en el cultivo de maíz (Zea mays L.) 7,14,21 y 28 días después de la siembra.*



\*Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos, según test de Tukey ( $p < 0,05$ ).

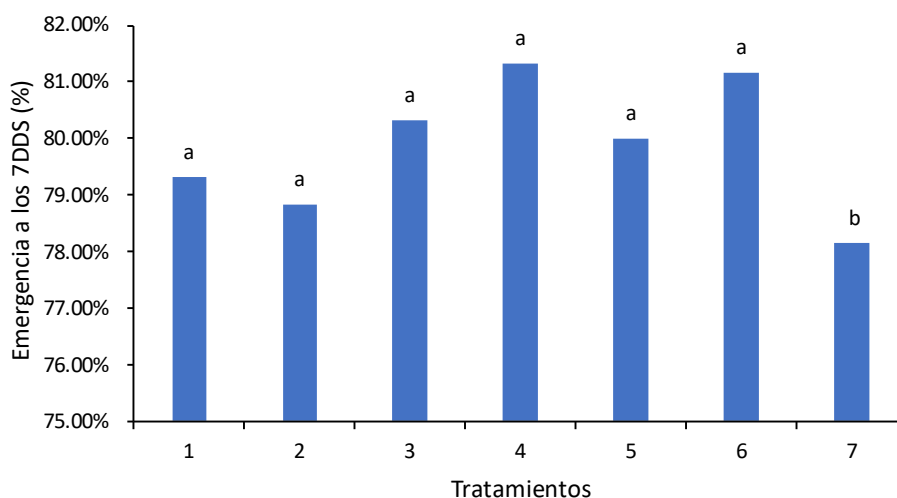
#### **4.5. Porcentaje de Emergencia**

Se pudo determinar que existen diferencias significativas en la germinación de las plantas dentro de los tratamientos que fueron controlados con herbicidas pre-emergente en sus primeros estados de aparición de la radícula y posterior emergencia, el coeficiente de variación fue de 3.01% (anexo G).

Se observa el promedio más bajo con un 78.16% de plantas germinadas en el tratamiento testigo, después sin diferencias significativas le siguen el T1(Integrity 1.50L+Basta 1.50L+ Gramilaq 3.00L), T2 (Adengo 0.35L + Basta 1.50L), T3 (Basta 1.50L + Aminapac 720 0.50L + Gesaprim 1.00 Kg + Gramilaq 3.00L), T4 (Basta 1.50L + Heat 1.50Kg), T5 (Integrity 1.50L + Gramoxone 2.00L + Gramilaq 3.00L) y T6 (Integrity 1.50L + Glifopac 2.00L + Gramilaq 3.00L) que presentaron un promedio entre 79 y 81% (Figura 16).

**Figura 16.**

*Porcentaje de emergencia de plantas en el cultivo de maíz (Zea mays L.) a los 7 días después de la siembra.*



\*Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos, según test de Tukey ( $p < 0,05$ ).

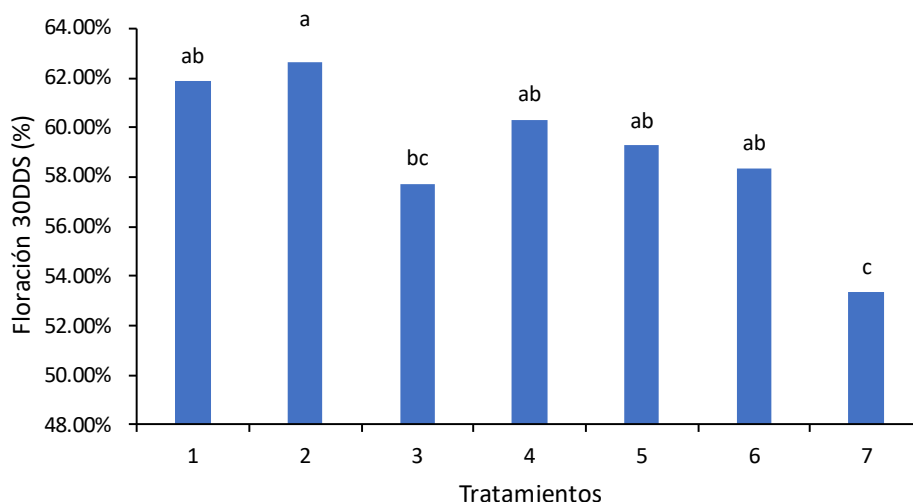
#### 4.6. Días a la Floración

Se pudo determinar que existen diferencias significativas en la variable de días a la floración en el cultivo, el coeficiente de variación fue de 4.36% (anexo H).

Tal como se indica en la figura 17 el T3 (Basta 1.50L + Aminapac 720 0.50L + Gesaprim 1.00 Kg + Gramilaq 3.00L) y T7 (testigo absoluto) tuvieron entre el 52 y 56% de plantas florecidas, los cuales fueron los porcentajes más bajos, por otro lado el T1(Integrity 1.50L+Basta 1.50L+ Gramilaq 3.00L), T4 (Basta 1.50L + Heat 1.50Kg), T5 (Integrity 1.50L + Gramoxone 2.00L + Gramilaq 3.00L) y T6 (Integrity 1.50L + Glifopac 2.00L + Gramilaq 3.00L) tuvieron un porcentaje entre el 58 y 62%, por último el T2 (Adengo 0.35L + Basta 1.50L) obtuvo el porcentaje más alto con un 66% de plantas florecidas a los 30 días después de siembra.

**Figura 17.**

*Porcentaje de floración de plantas en el cultivo de maíz (Zea mays L.) a los 30 días después de la siembra.*



\*Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos, según test de Tukey ( $p < 0,05$ ).

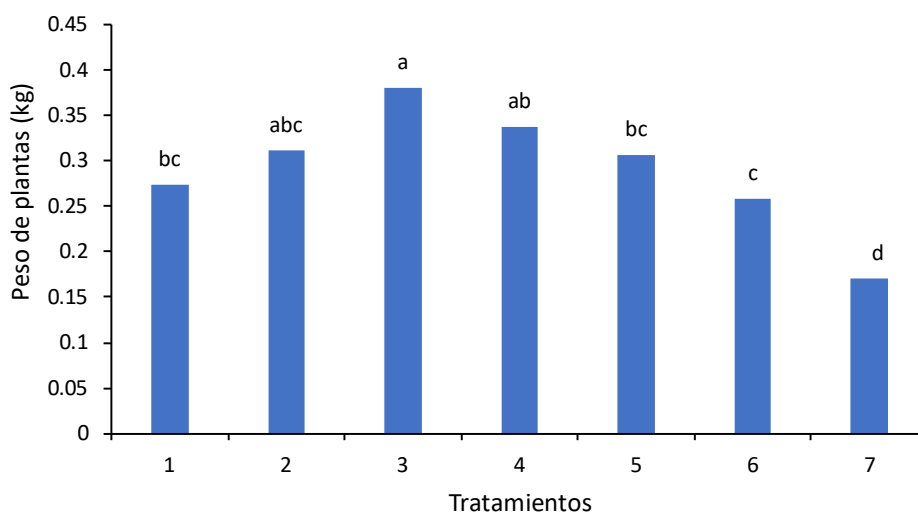
#### **4.7. Peso de Materia Seca de Maíz**

Se pudo determinar que existen diferencias significativas en la variable peso de materia seca de maíz, con un coeficiente de variación de 13.16% (anexo I).

En la figura 18 se observa que el T1(Integrity 1.50L+Basta 1.50L+ Gramilaq 3.00L), T2 (Adengo 0.35L + Basta 1.50L), T5 (Integrity 1.50L + Gramoxone 2.00L + Gramilaq 3.00L) y T6 (Integrity 1.50L + Glifopac 2.00L + Gramilaq 3.00L) obtuvieron un bajo peso, el T7 (testigo absoluto) fue el peso más bajo con 0.17 kg, por otro lado T3 (Basta 1.50L + Aminapac 720 0.50L + Gesaprim 1.00 Kg + Gramilaq 3.00L) y T4 (Basta 1.50L + Heat 1.50Kg) tuvieron un peso alto, siendo el más alto el T3 (Basta 1.50L + Aminapac 720 0.50L + Gesaprim 1.00 Kg + Gramilaq 3.00L) con 0.38kg según los índices de estudio.

**Figura 18.**

*Peso de plantas al azar en el cultivo de maíz (Zea mays L.) a los 120 días después de la siembra.*



\*Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos, según test de Tukey ( $p < 0,05$ ).

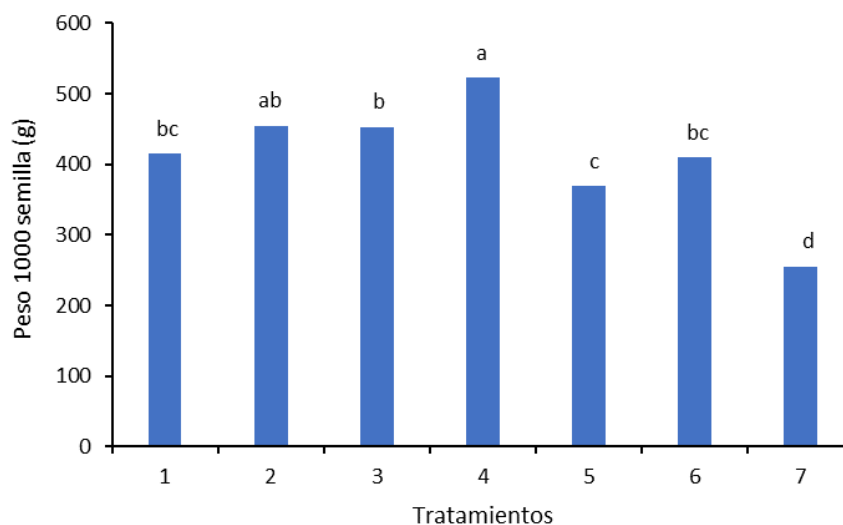
#### **4.8. Peso de 1000 Granos**

Se pudo determinar que existen diferencias significativas en la variable de días a la floración en el cultivo, el coeficiente de variación fue de 9.13% (anexo J).

Se demuestra que el T4 (Basta 1.50L + Heat 1.50Kg) y el T2 (Adengo 0.35L + Basta 1.50L) obtuvieron un peso superior en comparación a los demás tratamientos, los demás tratamientos estuvieron dentro de los rangos aceptables de beneficios a excepción del T7 (testigo absoluto) donde se observaron los peores índices de pesaje, tal como se indica en la figura 19.

**Figura 19.**

*Peso de plantas al azar en el cultivo de maíz (Zea mays L.) a los 120 días después de la siembra.*



\*Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos, según test de Tukey ( $p < 0,05$ ).

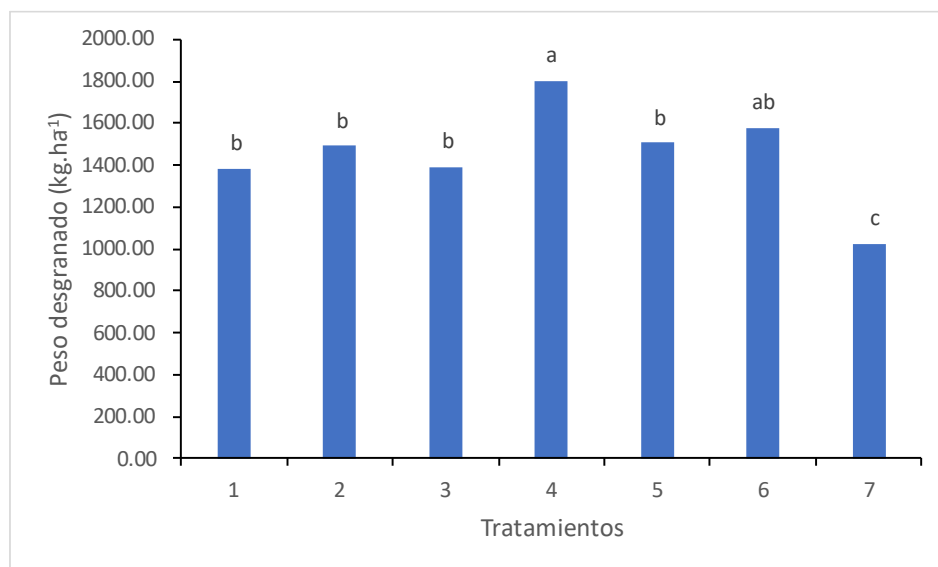
#### 4.9. Rendimiento

Se pudo determinar que existen diferencias significativas en la variable de rendimiento en el cultivo, el coeficiente de variación fue de 9.05% (anexo K).

Se demuestra que el T1(Integrity 1.50L+Basta 1.50L+ Gramilaq 3.00L), T2 (Adengo 0.35L + Basta 1.50L), T3 (Basta 1.50L + Aminapac 720 0.50L + Gesaprim 1.00 Kg + Gramilaq 3.00L) y T5 (Integrity 1.50L + Gramoxone 2.00L + Gramilaq 3.00L) no mostraron diferencias significativas entre sí, por otro lado, el T7 (testigo absoluto) fue donde se observaron los peores índices de pesaje, para finalizar los mejores tratamientos fueron el T4 (Basta 1.50L + Heat 1.50Kg) y T6 (Integrity 1.50L + Glifopac 2.00L + Gramilaq 3.00L), siendo el máximo control T4 (Basta 1.50L + Heat 1.50Kg) con 175 kg de peso a lo largo de la evaluación.

**Figura 20.**

*Peso desgranado por tratamiento en kg.ha<sup>-1</sup> del cultivo de maíz (Zea mays L.) a los 120 días después de la siembra.*



\*Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos, según test de Tukey ( $p < 0,05$ ).

#### **4.10. Análisis Económico según el Rendimiento del Cultivo por Tratamiento**

En el análisis económico de los insumos y mano de obra especificados por tratamientos, se puede observar en la tabla 17, en la cual se sacó una relación de precios utilizados solo en el terreno especificado para cada tratamiento por lo tanto los precios totales varían porque en cada tratamiento se utilizaron diversas dosificaciones de productos y varían los precios de dichos productos.

En la tabla 18, se ubican los rendimientos que se obtuvieron por tratamiento (kg), la humedad que varía dependiendo el tratamiento, para llegar al resultado de rendimiento ajustado se restó el rendimiento medio menos la humedad, en beneficio brutos de campo la libra de maíz se la vendía a \$0,30, para lo cual se escogía el rendimiento ajustado multiplicado por 0,30 y así obtendríamos el resultado que nos servirá para nuestra próxima y última tabla. En esta tabla ya se puede deducir cuáles serán los tratamientos que tengan mayor beneficio económico para el agricultor en los T4 (Basta 1.50L + Heat 1.50Kg) y T6

(Integrity 1.50L + Glifopac 2.00L + Gramilaq 3.00L) observamos los beneficios más altos en comparación al tratamiento 7 (testigo absoluto) que cuenta los índices más bajos.

En tabla 19, se realizó el análisis económico, aquí constatamos la rentabilidad y pérdida que se obtuvo por tratamiento. El tratamiento 7 (testigo) mostró un beneficio neto negativo, ya que perdemos más en su costo total que en su ingreso bruto por lo cual tendremos como resultado pérdidas de alrededor \$20,94, le sigue el T1(Integrity 1.50L+Basta 1.50L+ Gramilaq 3.00L) con una rentabilidad de \$0,61, luego el T3 (Basta 1.50L + Aminapac 720 0.50L + Gesaprim 1.00 Kg + Gramilaq 3.00L) con un bajo índice de rentabilidad de \$1.82, el T2 (Adengo 0.35L + Basta 1.50L) mostró una buena rentabilidad de \$11,24 y el T4 (Basta 1.50L + Heat 1.50Kg) fue el de mayor índice de rentabilidad con \$32,62

**Tabla 17.**

*Análisis económico de los tratamientos de “Evaluación de la eficiencia de diferentes mezclas de herbicidas pre-emergentes para el control de malezas en el cultivo de maíz (Zea mays L.)” para determinar la rentabilidad que tenga mayor beneficio económico para el agricultor*

| Análisis de los tratamientos de estudio |                      |               |             |                |              |              |
|-----------------------------------------|----------------------|---------------|-------------|----------------|--------------|--------------|
| TRATAMIENTO                             | RENDIMIENTO/AJUSTADO | INGRESO BRUTO | COSTO TOTAL | BENEFICIO NETO | RELACION B/C | RENTABILIDAD |
| T1                                      | 47,77                | 14,33         | 14,24       | 0,09           | 1,01         | 0,61         |
| T2                                      | 49,98                | 14,99         | 13,48       | 1,52           | 1,11         | 11,24        |
| T3                                      | 47,21                | 14,16         | 13,91       | 0,25           | 1,02         | 1,82         |
| T4                                      | 60,32                | 18,10         | 13,64       | 4,45           | 1,33         | 32,62        |
| T5                                      | 50,55                | 15,17         | 14,11       | 1,06           | 1,07         | 7,49         |
| T6                                      | 54,07                | 16,22         | 14,14       | 2,08           | 1,15         | 14,72        |
| T7                                      | 34,19                | 10,39         | 13,15       | -2,75          | 0,79         | -20,94       |

*Nota.* Realizada por Valeria Vintimilla

#### 4.1. Discusión

Para determinar la mejor estrategia con herbicidas pre-emergentes para el control de malezas en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) se llevaron a cabo diferentes análisis de variables.

Las malezas de hoja ancha predominantes fueron lecherón chico (*Euphorbia dentata* Michx). Esto concuerda con Panizza y Sequeira (29) predominando, la misma y sandía (*Cucumis anguria* L.) en menor proporción.

De acuerdo con Sarangi y Jhala (30), el control para malezas de hoja ancha con la mezcla atrazina + isoxaflutole + thiencazone methyl (0,5 kg i.a/ha. + 0,10 L i.a/ha.) fue de 92% y 89% para los 28 y 42 días post aplicación, respectivamente, difiere con lo utilizado en el proyecto, ya que sus i.a fueron dimetenamida/saflufenacil, paraquat y pendimetalina (1.50 i.a/ha + 2.00 i.a/ha + 3.00 i.a/ha) pero que también realizaron un control importante del 80% de malezas hasta 28 días después de la siembra, ya que son muy solubles, y cumplen perfectamente su función de proteger a la planta pero ya que hacen efecto muy rápido el tiempo de residualidad es menor,

El herbicida Integrity, que forma parte de la mayoría de las combinaciones y su i.a es saflufenacil, lo que concuerda con Owen *et al.*, (31) el saflufenacil, ha sido desarrollado para aplicaciones en pre-siembra con efecto de quemado y control de malezas, muestra una actividad herbicida foliar y residual en especies de malezas de hoja ancha, dependiendo este efecto de la dosis empleada.

Los tratamientos muestran un control hasta los 14 DDS, pero después los índices se proliferan considerablemente, esto se puede dar a la evolución de las malezas que con el paso de los años se vuelven más resistentes, este fenómeno se puede dar por repetidas aplicaciones de un determinado herbicida o también la aplicación de las dosis, lo cual concuerda con Prado *et al.*, que dice: “La resistencia cruzada se define como aquella por la que un individuo es resistente a dos o más herbicidas debido a un sólo mecanismo de

resistencia; la resistencia cruzada negativa se interpreta como aquella especie resistente a cierta molécula que experimenta un aumento en la sensibilidad a otras moléculas con diferente modo de acción” (32).

Para el control de malezas gramíneas se utilizó combinaciones (saflufenacil/dimetenamida 1.50L i. a/ha. + glyphosate 2.00L i. a/ha. + pendimetalina 3.00L i.a/ha.), porque las nuevas plantas que van emergiendo ya no son afectadas por el glifosato, ya que este no tiene residualidad, lo cual concuerda con los estudios similares realizados por Morazán Padilla(33) no se encontró diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ), en el control de malezas utilizando las dosis recomendada de glifosato.

“El glifosato inhibe la producción de aminoácidos aromáticos producidos por la vía biosintética del shikimato, eventualmente esto resulta en el agotamiento de los aminoácidos, lo que causa un cese de la síntesis de proteínas que dependen de los aminoácidos” copiado textualmente de Pitty (34).

Barrilla y Echegoyen (35), mencionan que la densidad de siembra en ciperáceas existieron índices de resistencia de malezas a los productos herbicidas, esto se da debido a que estos productos no son tan solubles o porque gesaprim es un compuesto granulado sus partículas tardan más en desintegrarse y la planta por ende se demora en absorber el producto para que haga efecto, casos que han ido aumentando exponencialmente teniendo incidencia de casos resistentes con diferentes modos de acción, lo cual concuerda con lo realizado en el proyecto ya que a los 14dds se observa un incremento de la maleza Coquito (*Cyperus esculentus*) es potencialmente resistente a los herbicidas, y al aplicar pendimetalina por un período de 20 días, este presenta un mayor control dentro de los 4 y 5 días, logrando un daño en la maleza de un 60%, pero este disminuye significativamente al día 20 hasta llegar a un 20% de daño.

El porcentaje de suelo cubierto inicial fue de moderado a alto lo cual concuerda con Britos y Goyeni (36), también los cultivos de maíz y cítricos presentan un porcentaje de malezas, alrededor del 35,8% y 39% según Amaya *et al.*, (37) lo cual difiere con lo realizado en el proyecto, ya que sin control alguno empieza rondando el 89% de presencia de malezas del cultivo como se observa en el tratamiento testigo.

Papa *et al.*, (38) mencionan que las malezas más problemáticas son: Campanilla (*Centrosema pubescens.*); Paja de burro (*Eleusine indica*); Botoncillo (*Melanthera sp*) y Coquito (*Cyperus esculentus.*); siendo esta ultima la más problemática, ya que posee cadena de propágulos, que hacen más difícil el control de esta ciperácea, lo cual comparando con los resultados vistos en campo, concuerdan con el segundo mayor número de malezas de hoja ancha (*Centrosema pubescens*) y Coquito (*Cyperus rotundus*) siendo la de más alto índice en general y su control no fue el esperado.

En el porcentaje de toxicidad se evidenció que, si se realiza una aplicación correcta de dosificaciones de los herbicidas pre-emergentes o cualquier tipo de producto químico, resultará en una toxicidad mínima del cultivo, estos resultados difieren con González (39) quien manifestó que la aplicación de pendimetalina (gramilaq), causó mayor fitotoxicidad en el cultivo a los 7 y 14 días con un valor de hasta 2.67 equivalente a daño moderado.

En el porcentaje de emergencia más bajo es el del testigo absoluto, esto se debe a que nunca se utilizó ningún tipo de control para prevenir plagas y enfermedades, lo que conllevó a que no germinaran todas las semillas, lo cual concuerda con la investigación realizada por Swanton (40) donde determinó que las mayores pérdidas fueron por la densidad de maleza que fue mucho mayor en la emergencia temprana en comparación con la tardía, la competencia de malezas en estadios muy tempranos de desarrollo del maíz puede predisponer a pérdidas importantes de rendimiento.

El porcentaje de floración fue superior al 50% en todos los tratamientos, exceptuando el tratamiento testigo, un factor podría ser el acame de 1/3 de la parcela o los factores externos del clima, anteriormente a esto nunca se le aplicó un control químico estos índices coinciden con lo dicho por Arellano *et al.*, (41), el cual indica que en aplicaciones bajas de herbicidas durante la fase crítica de emergencia del maíz la espiga no emerge por competencia de nutrientes y que en aplicaciones de concentraciones normales para controlar las malezas se reduce el acame durante la época de cosecha en un 87%, aunque la incidencia de lluvias asociada con la presencia de vientos intensos durante la época de floración y del llenado de grano, causan daño severo de acame y pérdidas del rendimiento.

En el peso de materia seca de maíz se observó un peso bajo de la planta solo en tratamiento testigo, esto probablemente debido a falta de nutrientes a lo largo del crecimiento del cultivo o la alta presencia de maleza, ya que la siembra del proyecto fue durante época lluviosa lo que coincide con Morima *et al.*, (49) durante la época de mayor precipitación en la zona, lo cual implica una mayor incidencia de malezas, por lo que se hace necesario establecer un plan integrado de control de malezas durante este período para garantizar la disponibilidad de nutrientes para la planta, y, por ende, un buen llenado de granos. Por otro lado, Marzocca *et al.*, (42) en su libro titulado “Manual de malezas” recalca que cuando existen condiciones adversas las malezas compiten con el cultivo por cada uno de estos elementos provocando efectos negativos en el crecimiento y la producción; la mayor competencia entre malezas y cultivo generalmente ocurre cuando las especies que compiten son similares en sus hábitos vegetativos, métodos de reproducción y demanda del medio ambiente.

El peso de 1000 granos tuvo mayor rendimiento con glufosinato de amonio 1.50L i. a/ha. + saflufenacil 1.50Kg i.a/ha., estos datos concuerdan con el proyecto de Santana *et al.*, (43) que reportaron dos rangos de significación con aplicaciones de otro herbicida en este caso Pledge, que tiene el mismo MoA que los herbicidas en estudio porque actúa al entrar en contacto con las malezas en el momento de su emergencia, también concuerdan en relación al testigo absoluto que presentó en los resultados durante el estudio el índice más bajo, confirmando a lo expuesto por Mejía (44), quien reporta que las pérdidas por competencia de malezas oscilan entre el 10 y 17% cuando la incidencia ocurre entre los 15 y 35 días de edad del cultivo.

En el rendimiento se observa alto para todos los tratamientos exceptuando el testigo absoluto, esto concuerda con Rodríguez *et al.*, (45) el cual en su investigación indica, que cuando se aplican herbicidas, en términos medios, se obtiene una reducción de rendimiento del 3%, y esta diferencia aumenta exponencialmente a un 17% cuando no se aplica herbicida, dicho por Sikkema *et al.*, (46).

En el análisis económico en el testigo absoluto donde a pesar de no utilizarse ningún herbicida pre emergente no se alcanzó el ingreso bruto deseado debido a la falta de control

desde el inicio de la siembra, ya que las malezas fueron muy altas y sobrepasaban el cultivo que a la final resultó en un acamado, lo cual dio como resultado una cosecha mínima, tal cual se observa con una pérdida de rentabilidad, lo cual concuerda con Lafitte (47) donde menciona “El efecto del acame sobre el rendimiento depende de cuándo se produce y de que las mazorcas permanezcan en contacto con el suelo el tiempo suficiente para que se produzca la pudrición o la germinación. . Si el agricultor cosecha a mano, el acame aumentará el tiempo requerido y los costos de mano de obra”.

Para finalizar estos valores adquiridos durante la investigación no concuerdan con la humedad requerida en el mercado para obtener un mejor precio como indica Gómez (48) “Grano con un contenido superior al 14% de humedad, en otras palabras, con menor contenido de almidón y azúcares y mayor humedad de la que define la norma contratada. En este caso procede un castigo o descuento al precio de concertación” “Grano con un contenido menor al 14% de humedad, es decir, con más almidones y azúcares que los que define la norma, lo anterior se podría interpretar como que el productor se esmeró en los cuidados del cultivo, proporcionando más fertilizantes e insumos que los requeridos por la norma, y eso es dinero y esfuerzo del agricultor, que debe recuperar al momento de la compra-venta.”.

El precio del maíz utilizado en el análisis fue de \$0,30 por libra. El costo de los herbicidas en el tratamiento 4, fueron: 1L Basta \$22 (\$0,26 en campo porque se utilizaron 12cm) y 50 g Heat \$19,50 (\$0,09 en campo porque se utilizaron 0,09g), respectivamente.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. Conclusiones

- La mejor estrategia para el control de malezas con herbicidas pre-emergentes se observó en el tratamiento 4 (Basta 1.50L + Heat 1.50Kg) y tratamiento 6 (Integrity 1.50L + Glifopac 2.00L + Gramilaq 3.00L), en los cuales su ingrediente activo es glufosinato de amonio + saflufenacil (T4) y saflufenacil/dimetenamida + glyphosate + pendimetalina (T6), ambos productos concuerdan en ser concentrados solubles y emulsionables, los cuales se diluyen completamente en contacto con el agua y se adhieren a las malezas para cumplir con su función de detener su crecimiento hasta causar su muerte permanente.
- Las malezas con mayor capacidad de sobrevivencia y reproducción se observaron el grupo de las ciperáceas, las cuales son Cebollín (*Cyperus rotundus*), Verdolaga (*Portulaca oleracea*) y con el índice más alto Coquito (*Cyperus esculentus*), aumentando su reproducción con el paso de los días debido a la resistencia que presentan con la absorción foliar, la cual es relativamente rápida para resistir a la deriva de las gotas, por ende la persistencia en el suelo es relativamente corta y el herbicida perderá su eficacia.
- En el análisis económico que tenga mayor beneficio económico para el productor, se recomienda utilizar el tratamiento 4 (aplicación de Basta 12 cm y Heat 1,2g), ya que presenta un beneficio neto de \$4,45, con una rentabilidad de \$32,63, ya que por cada dólar de inversión la ganancia será de \$1,33.

## 5.2. Recomendaciones

- Realizar otra aplicación de herbicidas pre-emergente a los 21 días después de la siembra.
- Es importante realizar este tipo de ensayos para evaluar la resistencia y tolerancia de los herbicidas en los materiales mejorados en los diferentes cultivos.
- El T4 (Basta 1.50L + Heat 1.50Kg), es el que se recomienda utilizar al agricultor porque obtuvo el mayor rendimiento con un \$32,62, su humedad de grano era la más baja con un 27%, pero se deben tomar ciertas alternativas de control en manejo de postcosecha para bajar aún más el índice de humedad y de esta manera aumentar su costo al momento de la venta.
- Evaluar la incidencia que tienen las malezas en los cultivos, especialmente cuando causan pérdidas económicas a los productores.

## **CAPÍTULO VI**

## **BIBLIOGRAFÍA**



- precio del maíz. 2022;3.
10. Acosta R. Reseña El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maiz en cuba. Cultiv Trop [Internet]. 2009;30(2):4. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193215047017.pdf>
  11. Carter. Crecimiento y desarrollo. In: Pioneer [Internet]. 2015. p. 11–2. Available from: [https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Latin\\_America\\_Central/Chile/Servicios/Informacion\\_tecnica/Corn\\_Growth\\_and\\_Development\\_Spanish\\_Version.pdf](https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Latin_America_Central/Chile/Servicios/Informacion_tecnica/Corn_Growth_and_Development_Spanish_Version.pdf)
  12. Moreno IAR. Manejo de malezas en el cultivo de maíz [Internet]. Vol. 8, INTA. 2017. 1–2 p. Available from: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_maiz\\_malezas\\_moreno\\_mj17.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_maiz_malezas_moreno_mj17.pdf)
  13. Briones Jtj. INIAP Estación Experimental Portoviejo. Vol. 115, Control de malezas en maíz del Litoral. 1980. 10 p.
  14. Senasa. Malezas. 2018. p. 1–2.
  15. Venegas F, Muñoz R. Malezas tropicales del litoral ecuatoriano. Estac Exp “Pichilingue” [Internet]. 1984;(9):1–20. Available from: [http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1599/1/Comunicación Técnica Nº 9.pdf](http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1599/1/Comunicación_Técnica_Nº_9.pdf)
  16. L. SH. Control de malezas gramíneas en trigo. 1986;7–10.
  17. Pérez ND. Ciperáceas. 2015;1.
  18. Edifarm - Ficha técnica Integrity. Vademécum Agrícola XVI. 2020. p. 28.
  19. Global H. HRAC Mode of Action Classification 2020 [Internet]. 2020. p. 2020. Available from: [https://sga.uteq.edu.ec/alu\\_documentos?action=recurso&id=OOPPPQQRRRRSSSQTSUNT&idm=OOPPPQQRRRRSSQRRSRQST&t](https://sga.uteq.edu.ec/alu_documentos?action=recurso&id=OOPPPQQRRRRSSSQTSUNT&idm=OOPPPQQRRRRSSQRRSRQST&t)
  20. Edifarm - Ficha técnica Basta. Vademécum Agrícola XVI. 2020. p. 8.
  21. Gramilaq F técnica-. Agrícola Gramilaq 40 EC ( Agripac ). 2020. p. 1.
  22. Bayer B. Ficha Técnica Adengo ®. 2020. p. 1.

23. QuickAgro - Ficha técnica de Aminapac. Aminapac. 2020. p. 1.
24. Gesaprim E-F técnica. Vademécum Agrícola XVI Edición. 2020.
25. Heat E-F técnica de. 26 Vademécum Agrícola XVI. 2020. p. 1.
26. Gramoxone E-F técnica de. Gramoxone. 2020. p. 1.
27. Glifopac E-F técnica de. Glifopac. 2020. p. 1.
28. Santillán M. Manual de identificación taxonómica de malezas. <https://MediumCom/> [Internet]. 2017;1:258. Available from: <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>
29. Andrés Paulo Panizza; Leonardo Sequeira Rodríguez. Combinación De Alternativas Preemergentes En El Control De Malezas En Maíz Para Dos Fechas De Siembra [Internet]. 2018. 46 p. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s13662-017-1121-6>  
<https://doi.org/10.1007/s41980-018-0101-2>  
<https://doi.org/10.1016/j.cnsns.2018.04.019>  
<https://doi.org/10.1016/j.cam.2017.10.014>  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.apm.2011.07.041>  
<http://arxiv.org/abs/1502.020>
30. Sarangi D, Jhala AJ. Comparison of a premix of atrazine, bicyclopyrone, mesotrione, and S-metolachlor with other preemergence herbicides for weed control and corn yield in no-tillage and reduced-tillage production systems in Nebraska, USA. *Soil Tillage Res* [Internet]. 2018;178(September 2017):10. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.still.2017.12.018>
31. Owen MJ, Owen RK, Powles SB. A Survey in the Southern Grain Belt of Western Australia Did Not Find Conyza Spp. Resistant to Glyphosate . *Weed Technol.* 2009;23(3):492–4.
32. De Prado R, Sanchez M, Jorin J, Dominguez C. Negative cross-resistance to bentazone and pyridate in atrazine-resistant *Amaranthus cruentus* and *Amaranthus hybridus* biotypes. *Pestic Sci.* 1992;35(2):131–6.
33. Morazán Padilla JA. Evaluación del control de malezas con Glifosatos genéricos. 2007;23.
34. Pitty A. Modo de Acción y Resistencia de los Herbicidas que Interfieren en el

- Fotosistema II de la Fotosíntesis. Ceiba. 2018;55(1):45–59.
35. Barrillas T, Echegoyen C. Identificación de malezas con potencial de resistencia o tolerancia a herbicidas en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.); en el municipio de Santiago Nonualco, departamento de La Paz. 2014;98. Available from: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4179/IAcrluce026.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
  36. Lemes Britos MF, Lema Goyeni F. Control de malezas en post emergencia en maíz resistente a glifosato. 2013;1–45. Available from: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/1731/1/3868bri.pdf>
  37. L. M. Vista de Malezas Presentes en Cultivos del Cantón Naranjal, Provincia Guayas, Ecuador. Investigatio [Internet]. 2018;11:1–16. Available from: <https://revistas.uees.edu.ec/index.php/IRR/article/view/186/165>
  38. Papa JCM, Felizia JC, Esteban AJ. Tolerancia y resistencia a herbicidas. Sitio Argentino Prod Anim [Internet]. 2004;(1):1–6. Available from: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas\\_combate\\_de\\_plagas\\_y\\_malezas/25-tolerancia\\_y\\_resistencia\\_a\\_herbicidas.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_combate_de_plagas_y_malezas/25-tolerancia_y_resistencia_a_herbicidas.pdf)
  39. Jiménez ORG. Universidad tecnica de babahoyo [Internet]. 2019. 2019. 60 p. Available from: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3447>
  40. Swanton C. Getting to the Root of Yield Loss in Corn ( 2 ) Pre-Conditioning Corn Crops for Yield Loss. 2005;(January).
  41. Zamora Jlavysmam. Efecto del ethrel sobre el acame, el rendimiento y sus componentes en las variedades de maíz V-18 y H-139 [Internet]. 2000. Available from: <https://revistafitotecniamexicana.org/documentos/23-1/13a.pdf>
  42. Marzocca Aojmodp. Sobre Agricultura Precolombina Y Colonial. 2000. 580 p.
  43. Santana Parrales F, Trueba Macías S, Villafuerte Barreto A, Vera Sánchez W, Bravo Briones C, Bravo Zamora R. Evaluacion de la selectividad del herbicida Pledge, en mezcla con preemergentes en el cultivo maíz (*Zea mays* L.). J Sci Res. 2019;5:75–89.
  44. Rocafuerte ÁM. Universidad técnica de babahoyo. 2019. 31 p.

45. Cerrudo Jarsmhauaa. Asociación Argentina de Economía Agraria. 2019;9.
46. Sikkema PH, Nurse RE, Welacky T, Hamill AS. Reduced herbicide rates provide acceptable weed control regardless of corn planting strategy in Ontario field corn. 2008;373–6.
47. Lafitte HR. Guia de campo: Identificación de problemas en la producción de maíz tropical [PDF]. Cimmyt [Internet]. 1994;122. Available from: <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/727/43157.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
48. Gómez F. Humedad del grano del maíz y su importancia en la comercialización. Rev AgroSíntesis. 2016;1–5.

## **CAPITULO VII**

### **ANEXOS**

**Anexo A.** Análisis de varianza de densidad de malezas (hoja ancha) a los 7, 14, 21 y 28 días después de la siembra.

| <b>F.V.</b>     | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>Fc</b> | <b>p-valor</b> |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| DDS             | 3         | 267583    | 89194     | 434.53    | < 2e - 16      |
| Repetición      | 5         | 12301     | 2460      | 11.99     | 8.4e - 05      |
| Error a         | 15        | 3079      | 205       |           |                |
| Tratamiento     | 6         | 208490    | 34748     | 48.27     | < 2e - 16      |
| DDS*Tratamiento | 18        | 105868    | 5882      | 8.17      | < 2e - 16      |
| Error b         | 120       | 86377     | 720       |           |                |
| Total           | 167       | 683695    |           |           |                |

CV 1 = 20.17 %; CV 2 = 37.76 %

**Anexo B.** Análisis de varianza de densidad de malezas (gramíneas) a los 7, 14, 21 y 28 días después de la siembra.

| <b>F.V.</b>     | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>Fc</b> | <b>p-valor</b> |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| DDS             | 3         | 6694.9    | 2231.62   | 122.769   | < 2.2e-16      |
| Repetición      | 5         | 807.3     | 161.46    | 8.883     | 0.000438       |
| Error a         | 15        | 272.7     | 18.18     |           |                |
| Tratamiento     | 6         | 9287.3    | 1547.89   | 36.223    | < 2.2e-16      |
| DDS*Tratamiento | 18        | 2884.2    | 160.24    | 3.750     | 6e - 06        |
| Error b         | 120       | 5127.9    | 42.73     |           |                |
| Total           | 167       | 25074.3   |           |           |                |

CV 1 = 41.18 %; CV 2 = 63.15 %

**Anexo C.** Análisis de varianza de densidad de malezas (ciperáceas) a los 7, 14, 21 y 28 días después de la siembra.

| <b>F.V.</b>     | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>Fc</b> | <b>p-valor</b> |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| DDS             | 3         | 252490    | 84163     | 224.862   | < 2e - 16      |
| Repetición      | 5         | 35973     | 7195      | 19.222    | 5e - 06        |
| Error a         | 15        | 5614      | 374       |           |                |
| Tratamiento     | 6         | 804306    | 134051    | 66.558    | < 2e - 16      |
| DDS*Tratamiento | 18        | 189558    | 10531     | 5.229     | < 2e - 16      |
| Error b         | 120       | 241687    | 2014      |           |                |
| Total           | 167       | 1529628   |           |           |                |

CV 1 = 15.23 %; CV 2 = 35.34 %

**Anexo D. Porcentaje de suelo cubierto**

| <b>F.V.</b>     | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>Fc</b> | <b>p-valor</b> |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| DDS             | 2         | 7321      | 3660.5    | 73.512    | le - 06        |
| Repetición      | 5         | 439       | 87.8      | 1.764     | 0.2081         |
| Error a         | 10        | 498       | 49.8      |           |                |
| Tratamiento     | 6         | 30588     | 5097.9    | 131.591   | < 2e - 16      |
| DDS*Tratamiento | 12        | 8424      | 702.0     | 18.121    | < 2e - 16      |
| Error b         | 90        | 3487      | 38.7      |           |                |
| Total           | 125       | 50756     |           |           |                |

CV 1 = 13.20 %; CV 2 = 11.64 %

**Anexo E. Toxicidad al cultivo**

| <b>F.V.</b>     | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>Fc</b> | <b>p-valor</b> |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| DDS             | 3         | 3407      | 1135.65   | 10.4996   | 0.000566       |
| Repetición      | 5         | 717       | 143.46    | 1.3263    | 0.305775       |
| Error a         | 15        | 1622      | 108.16    |           |                |
| Tratamiento     | 6         | 2619      | 436.53    | 2.0388    | 0.065625       |
| DDS*Tratamiento | 18        | 16163     | 897.95    | 4.1940    | le - 06        |
| Error b         | 120       | 25693     | 214.11    |           |                |
| Total           | 167       | 50222     |           |           |                |

CV 1 = 36.63 %; CV 2 = 52.95%

**Anexo F. Porcentaje de emergencia**

| <b>F.V.</b> | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>Fc</b> | <b>p-valor</b> |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| Tratamiento | 6         | 49.905    | 8.3175    | 1.43562   | 0.23403        |
| Repetición  | 5         | 14.690    | 2.9381    | 0.50712   | 0.76853        |
| Error       | 30        | 173.810   | 5.7937    |           |                |
| Total       | 41        | 238.405   |           |           |                |

CV = 3.01 %

**Anexo G. Días a la floración**

| <b>F.V.</b> | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>Fc</b> | <b>p-valor</b> |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| Tratamiento | 6         | 339.34    | 56.557    | 8.5381    | <0.00002       |
| Repetición  | 5         | 22.24     | 4.448     | 0.6715    | 0.64816        |
| Error       | 30        | 198.72    | 6.624     |           |                |
| Total       | 41        | 560.30    |           |           |                |

CV = 4.36 %

**Anexo H. Peso de materia seca de maíz**

| <b>F.V.</b> | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>Fc</b> | <b>p-valor</b> |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| Tratamiento | 6         | 0.159039  | 0.0265065 | 17.9927   | <0.00000       |
| Repetición  | 5         | 0.001076  | 0.0002152 | 0.1461    | 0.97969        |
| Error       | 30        | 0.044195  | 0.0014732 |           |                |
| Total       | 41        | 0.204310  |           |           |                |

CV = 13.16 %

**Anexo I. Peso de 1000 granos**

| <b>F.V.</b> | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>Fc</b> | <b>p-valor</b> |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| Tratamiento | 6         | 252470    | 42078     | 300.723   | <0.00000       |
| Repetición  | 5         | 8635      | 1727      | 12.342    | 0.31777        |
| Error       | 30        | 41977     | 1399      |           |                |
| Total       | 41        | 303082    |           |           |                |

CV = 9.13 %

**Anexo J. Rendimiento**

| <b>F.V.</b> | <b>GL</b> | <b>SC</b> | <b>CM</b> | <b>Fc</b> | <b>p-valor</b> |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------|
| Tratamiento | 6         | 2028944   | 338157    | 19.5400   | <0.00000       |
| Repetición  | 5         | 77786     | 15557     | 0.8989    | 0.49455        |
| Error       | 30        | 519177    | 17306     |           |                |
| Total       | 41        | 2625906   |           |           |                |

CV = 9.05%

**Anexo K.** Costos por tratamientos de “Evaluación de la eficiencia de diferentes mezclas de herbicidas pre-emergentes para el control de malezas en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.)”

| Costos de los tratamientos de estudio           |                     |               |               |               |               |               |               |               |
|-------------------------------------------------|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Insumos y mano de obra por tratamientos         | Aplicación en campo | Tratamiento 1 | Tratamiento 2 | Tratamiento 3 | Tratamiento 4 | Tratamiento 5 | Tratamiento 6 | Tratamiento 7 |
| Preparación del terreno                         | 1                   | 1,14          | 1,14          | 1,14          | 1,14          | 1,14          | 1,14          | 1,14          |
| Mano de obra siembra                            | 1                   | 1,14          | 1,14          | 1,14          | 1,14          | 1,14          | 1,14          | 1,14          |
| Semilla emblema INTEROC (1 saco/ha)             | 1040 x Trat         | 4,16          | 4,16          | 4,16          | 4,16          | 4,16          | 4,16          | 4,16          |
| Mano de obra aplicación herbicida - siembra     | 1                   | 0,57          | 0,57          | 0,57          | 0,57          | 0,57          | 0,57          | 0,57          |
| Herbicida pre-emergente (Integrity 1lt/ha)      | 12cm                | 0,47          | 0,00          | 0,00          | 0             | 0,47          | 0,47          | 0,00          |
| Herbicida pre-emergente (Basta 1lt/ha)          | 12cm                | 0,26          | 0,26          | 0,26          | 0,26          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| Herbicida pre-emergente (Gramilaq 1lt/ha)       | 24cm                | 0,36          | 0,00          | 0,36          | 0,00          | 0,36          | 0,36          | 0,00          |
| Herbicida pre-emergente (Adengo 1lt/ha)         | 2,8cm               | 0,00          | 0,07          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| Herbicida pre-emergente (Aminapac 720 1lt/ha)   | 4cm                 | 0,00          | 0,00          | 0,05          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| Herbicida pre-emergente (Gesaprim 1lt/ha)       | 8cm                 | 0,00          | 0,00          | 0,09          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| Herbicida pre-emergente (Heat 50g)              | 1,2g                | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,23          | 0,00          | 0,00          | 0,00          |
| Herbicida pre-emergente (Gramoxone 1lt/ha)      | 16cm                | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,13          | 0,00          | 0,00          |
| Herbicida pre-emergente (Glifopac 1l/ha)        | 16cm                | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,00          | 0,16          | 0,00          |
| Mano de obra aplicación insecticida             | 1                   | 0,86          | 0,86          | 0,86          | 0,86          | 0,86          | 0,86          | 0,86          |
| Insecticida Acetamiprid (100g/ha)               | 3,5g                | 0,48          | 0,48          | 0,48          | 0,48          | 0,48          | 0,48          | 0,48          |
| Insecticida solaris (100g/ha)                   | 3g                  | 0,69          | 0,69          | 0,69          | 0,69          | 0,69          | 0,69          | 0,69          |
| Mano de obra aplicación fertilización           | 1                   | 0,86          | 0,86          | 0,86          | 0,86          | 0,86          | 0,86          | 0,86          |
| MixPac Fertilizante inorgánico (1 saco/ha)      | 1kg                 | 1,10          | 1,10          | 1,10          | 1,10          | 1,10          | 1,10          | 1,10          |
| Ureapac-s / Fertilizante inorgánico (1 saco/ha) | 1kg                 | 1,00          | 1,00          | 1,00          | 1,00          | 1,00          | 1,00          | 1,00          |
| Mano de obra de cosecha                         | 1                   | 1,14          | 1,14          | 1,14          | 1,14          | 1,14          | 1,14          | 1,14          |
| <b>TOTAL</b>                                    |                     | <b>14,24</b>  | <b>13,48</b>  | <b>13,91</b>  | <b>13,64</b>  | <b>14,11</b>  | <b>14,14</b>  | <b>13,15</b>  |

Nota. Realizada por Valeria Vintimilla

**Anexo L.** Rendimiento de los tratamientos de “Evaluación de la eficiencia de diferentes mezclas de herbicidas pre-emergentes para el control de malezas en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.)”

| <b>Análisis de rendimiento de los tratamientos de estudio</b> |              |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Rendimientos                                                  | Tratamientos |        |        |        |        |        |        |
|                                                               | 1            | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      |
| Rendimiento medio (Kg/ha)                                     | 66,26        | 71,60  | 66,68  | 86,54  | 72,32  | 75,84  | 49,05  |
| humedad (Kg/ha) - según tratamiento                           | 18,49        | 21,62  | 19,47  | 26,22  | 21,77  | 21,77  | 14,86  |
| Rendimiento ajustado (Kg/ha) 20%                              | 47,77        | 49,98  | 47,21  | 60,32  | 50,55  | 54,07  | 34,19  |
| Beneficios brutos de campo (\$/ha) p.v 0,30                   | 14,33        | 14,99  | 14,16  | 18,10  | 15,17  | 16,22  | 10,39  |
| <b>Total</b>                                                  | 146,85       | 158,19 | 147,52 | 191,18 | 159,81 | 167,90 | 108,49 |

*Nota.* Realizada por Valeria Vintimilla

## Anexo M. Fotografías del ensayo



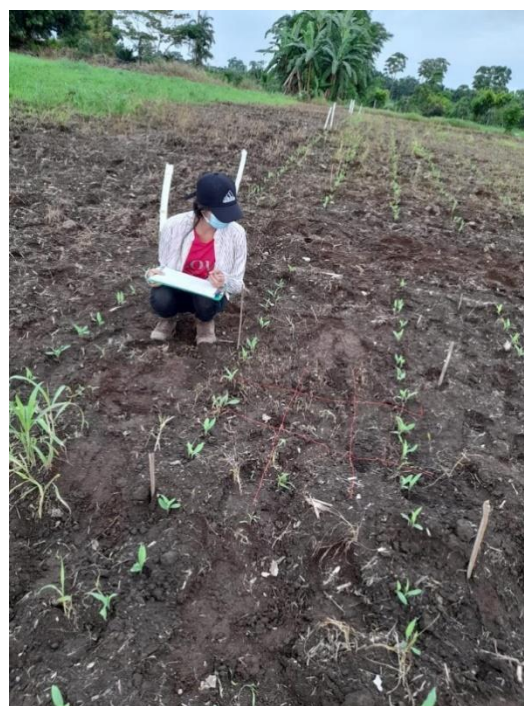
Siembra



Mezcla de herbicidas



Aplicación de tratamiento



Toma de datos



Fertilización



Vuelo con el dron para toma de datos



Foto tomada del dron a los 21dds (T6)



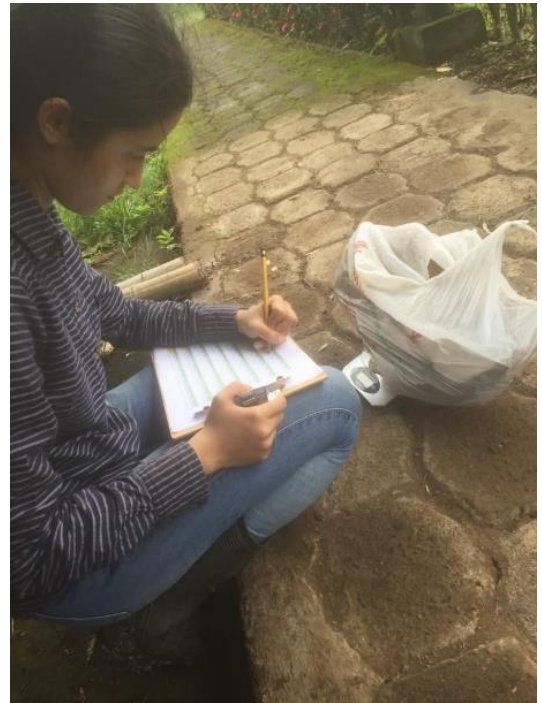
Foto tomada del dron a los 21dds (testigo)



Día de cosecha



Toma de datos en cosecha



Peso de materia seca



Cosecha



Peso de 1000 granos