



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES
CARRERA DE AGRONOMÍA (REDISEÑO)

Proyecto de Investigación previo a la
obtención del título de Ingeniero
Agrónomo

Título del Proyecto de Investigación:

Evaluación del pH del agua en la eficacia de diferentes dosis de Glufosinato de amonio
aplicado en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.).

Autor:

Willington Paul Alcívar Macías

Director del Proyecto de Investigación:

Víctor Manuel Guamán Sarango, PhD.

Mocache – Los Ríos – Ecuador

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Willington Paul Alcívar Macías, 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 hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Willington Paul Alcívar Macías

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Víctor Guamán Sarango, PhD.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Willington Paul Alcívar Macías**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado **“EVALUACIÓN DEL PH DEL AGUA EN LA EFICACIA DE DIFERENTES DOSIS DE GLUFOSINATO DE AMONIO APLICADO 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.

Víctor Guamán Sarango, PhD.

Director del Proyecto de Investigación

REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito Víctor Guamán Sarango, PhD., Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado “Evaluación del pH del agua en la eficacia de diferentes dosis de Glufosinato de amonio aplicado en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.)”, perteneciente al estudiante de la carrera de Ingeniería Agronómica Willington Paul Alcívar Macías, **CERTIFICA:** el cumplimiento de los parámetros establecidos por el SENESCYT, y se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (**URKUND**) con un porcentaje de coincidencia del 4%.

Document Information

Analyzed document	Alcivar Macias Willington Paul 31 05 2023.docx (D169201457)
Submitted	5/31/2023 8:33:00 PM
Submitted by	Victor
Submitter email	vguaman@uteq.edu.ec
Similarity	4%
Analysis address	vguaman.uteq@analysis.urkund.com

Víctor Guamán Sarango, PhD.

Director del Proyecto de Investigación



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

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Evaluación del pH del agua en la eficacia de diferentes dosis de glufosinato de amonio aplicado en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.).”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo.

Aprobado por:

Ing. Sabando Ávila Freddy Agustín M.Sc.

Presidente del Tribunal

Ing. Marín Cuevas Carmen Victoria M.Sc.

Integrante del Tribunal

Ing. Eguez Enríquez Erick Alberto M.Sc.

Integrante del Tribunal

MOCACHE – LOS RÍOS – ECUADOR

2023

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, doy infinitamente gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida. Agradezco también la confianza y el apoyo brindado por parte de mi madre y mi padre, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me han demostrado su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos.

A mis amigos y compañeros que juntos hemos recorrido esta maravillosa aventura, apoyándonos a lo largo de nuestra formación. Hoy nos toca cerrar un capítulo maravilloso en esta historia de vida y no puedo dejar de agradecerles por su apoyo y constancia a Oscar, Magno, Terrero, Fajardo, Mora, Cruz, Muñoz, Sierra, Dennise, Mendoza, Troncozo por estar en las horas más difíciles, por compartir horas de estudio. Gracias por estar siempre allí.

De igual manera mis agradecimientos a la UTEQ, a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, a mis profesores quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Dr. Víctor Guamán, principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

Willington Paul Alcívar Macías

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones. A mi padre, a pesar de nuestra distancia, quien con sus consejos y apoyo ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional.

A mis hermanos Bryan y Johana que siempre han estado junto a mí y brindándome su apoyo, muchas veces poniéndose en el papel de padres.

Dedicado a mis sobrinas Luanna, Ammy y Luisana, quienes son las que motivan y me generan una sonrisa al llegar a casa.

A mis abuelos Pedro y María y familia en general, quienes me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

Willington Paul Alcívar Macías

RESUMEN

El maíz es un cultivo rentable en su producción cuando este se maneja bajo condiciones adecuadas. El eficiente control de malezas es esencial para su producción, debido a que estas compiten por luz, nutrientes y agua, causando una reducción en el rendimiento y calidad del grano. La investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, con la finalidad de evaluar el pH del agua en la eficacia de diferentes dosis de Glufosinato de amonio aplicado en el cultivo de maíz (*Zea mays*), y así determinar el control que provee los tratamientos. Se empleó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con diez tratamientos y tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron sometidas a un Análisis de Varianza, y para identificar las diferencias entre tratamientos se realizó una prueba de Tukey. El tratamiento con 200 g de i.a / ha + pH 8.5 presentó un mayor control de la maleza (97,5 %) y menor índice de fitotoxicidad en el cultivo (3,25%). En el tratamiento con 200 g de i.a / ha + pH 3 presentó mayor altura de planta, y en el tratamiento con 250 g de i.a / ha + pH 8.5 obtuvo un mayor peso de mazorca, diámetro, longitud y número de hileras. Los costos del control de malezas dependieron de la cantidad de i.a empleado, siendo la de 200 g de i.a / ha la más efectiva en el control, con menores afectaciones en el cultivo.

Palabras claves: Manejo agronómico, control de malezas, malas hierbas, fitotoxicidad, parámetros productivos.

ABSTRACT

Corn is a profitable crop in its production when it is managed under adequate conditions. Efficient weed control is essential for its production, since they compete for light, nutrients and water, causing a reduction in yield and grain quality. The research was carried out in the facilities Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, with the purpose of evaluating the pH of the water in the efficacy of different doses of glufosinate ammonium applied in the corn crop. (*Zea mays*), and thus determine the control provided by the treatments. A completely randomized block design (DBCA) with ten treatments and three repetitions was used. The variables evaluated were subjected to an Analysis of Variance, and a Tukey test was performed to identify the differences between treatments. The treatment with 200 g of a.i. /ha + pH 8.5 presented a greater control of the weeds (97.5 %) and a lower index of phytotoxicity in the crop (3.25%). In the treatment with 200 g of a.i. / ha + pH 3, the plant height was higher, and in the treatment with 250 g of a.i. / ha + pH 8.5, it obtained a greater ear weight, diameter, length and number of rows. Weed control costs depended on the amount of a.i. used, with 200 g a.i./ha being the most effective in control, with fewer effects on the crop.

Keywords: Agronomic management, weed control, weeds, phytotoxicity, productive parameters.

TABLA DE CONTENIDO

Portada.....	i
Declaración de autoría y cesión de derechos.....	ii
Certificación de culminación del proyecto de investigación.....	iii
Reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico.....	iv
Certificado de aprobación por tribunal de sustentación.....	v
Agradecimientos.....	vi
Dedicatoria.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
Tabla de contenido.....	x
Código dublín.....	xvi
Introducción.....	1
CAPÍTULO I. CONCEPTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1. Planteamiento del problema.....	4
1.2. Justificación.....	6
1.3. Objetivos.....	7
1.3.1. Objetivo general.....	7
1.3.2. Objetivos específicos.....	7
CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	
2.1. Marco Conceptual.....	9
2.1.1. Herbicidas.....	9
2.1.2. Malezas.....	9
2.1.3. Potencial de hidrógeno (pH).....	9
2.2. Marco Referencial.....	10
2.2.1. Importancia del cultivo de maíz.....	10
2.2.2. Origen del maíz.....	10
2.2.3. Taxonomía del maíz.....	11
2.2.4. Botánica del maíz.....	12
2.2.5. Condiciones de clima y suelo.....	13
2.2.6. Manejo agronómico del maíz.....	14
2.2.7. Malezas.....	16
2.2.8. Herbicidas.....	21

2.2.9. Calidad del agua para la aplicación de herbicidas.....	23
2.2.10. Investigaciones Relacionadas al tema en estudio.....	25
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. Localización.....	28
3.2. Tipo de investigación.....	28
3.3. Método de investigación.....	28
3.4. Fuente de recopilación de información.....	29
3.5. Diseño de la investigación.....	29
3.5.1. Factores en estudio.....	29
3.5.2. Tratamientos.....	29
3.5.3. Diseño experimental.....	30
3.5.4. Especificaciones del ensayo.....	30
3.6. Instrumento de investigación.....	31
3.6.1. Manejo del experimento.....	31
3.6.2. Variables evaluadas.....	33
3.7. Tratamientos de los datos.....	37
3.8. Recursos humanos y materiales.....	36
3.8.1. Recursos humanos.....	36
3.8.2. Recursos materiales.....	36
3.8.3. Material vegetal e insumos.....	36
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. Resultados.....	38
4.1.1. Identificación de malezas presentes.....	38
4.1.2. Control de malezas efectuado por los diferentes tratamientos.....	39
4.1.3. Efecto de toxicidad en el cultivo.....	40
4.1.4. Altura de planta (cm).....	41
4.1.5. Diámetro de tallo (cm).....	42
4.1.6. Peso de mazorca (g).....	43
4.1.7. Longitud de mazorca (cm).....	44
4.1.8. Diámetro de mazorca (cm).....	44
4.1.9. Número de hileras de mazorca.....	44
4.1.10. Costo de tratamientos.....	44
4.2. Discusión.....	46

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.....50

5.2. Recomendaciones.....51

CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía.....53

CAPÍTULO VII. ANEXOS

7.1. Anexos..... 59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del maíz.....	11
Tabla 2. Condiciones climáticas y de suelo del cultivo de maíz.....	13
Tabla 3. Características climáticas de la Finca Experimental “La María” UTEQ Mocache.....	28
Tabla 4. Tratamientos empleados en el proyecto.....	29
Tabla 5. Esquema de Análisis de Varianza.....	30
Tabla 6. Especificaciones del ensayo.....	31
Tabla 7. Datos técnicos de la boquilla.....	32
Tabla 8. Escala ordinal propuesta por la Sociedad Europea de Investigación en Malezas (EWRS) para evaluar el control de malezas y su fitotoxicidad al cultivo y su interpretación agronómica y porcentual.....	34
Tabla 9. Clasificación de la maleza por especie, familia botánica y grupo de maleza.....	38
Tabla 10. Costo de tratamientos en el ensayo / hectárea.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura química del glufosinato de amonio.....	23
Figura 2. Mortalidad de la maleza después de la aplicación de los tratamientos de dosis de Glufosinato de amonio y niveles de pH.....	39
Figura 3. Efectos de toxicidad en el cultivo después de la aplicación de los tratamientos de dosis de Glufosinato de amonio y niveles de pH.....	40
Figura 4. Altura de planta de maíz después de la aplicación de los tratamientos de dosis de Glufosinato de amonio y niveles de pH.....	41
Figura 5. Diámetro de tallo de la planta de maíz después de la aplicación de los tratamientos de dosis de Glufosinato de amonio y niveles de pH.....	42
Figura 6. Peso de mazorca en gramos después de la aplicación de los tratamientos de dosis de Glufosinato de amonio y niveles de pH.....	43

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Croquis de la distribución de las parcelas en el terreno de la investigación.....	59
Anexo B. Ajuste del Ph del agua Preparación de tratamientos.....	59
Anexo C. Aplicación del fertilizante foliar.....	60
Anexo D. Toma de datos de la mortalidad de maleza y efectos en el cultivo.....	60
Anexo E. Cultivo de maíz establecido.....	60
Anexo F. Toma de datos de variables productivas evaluadas.....	61
Anexo G. Análisis de la Varianza Control de maleza.....	61
Anexo H. Análisis de la Varianza Efecto de toxicidad en el cultivo.....	62
Anexo I. Análisis de la Varianza Altura de planta.....	62
Anexo J. Análisis de la Varianza Diámetro de tallo de la planta.....	62
Anexo K. Análisis de la Varianza Peso de mazorca.....	63
Anexo L. Análisis de la Varianza Longitud de mazorca.....	63
Anexo M. Análisis de la Varianza Diámetro de mazorca.....	64
Anexo N. Análisis de la Varianza Número de hilera por mazorca.....	64

CÓDIGO DUBLIN

Título:	“Evaluación del pH del agua en la eficacia de diferentes dosis de Glufosinato de amonio aplicado en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.)”.				
Autor:	Willington Paul Alcívar Macías				
Palabras clave:	Manejo agronómico	control de malezas	malas hierbas	fitotoxicidad	parámetros productivos
Fecha de publicación:					
Editorial:					
Resumen:	<p>Resumen</p> <p>El maíz es un cultivo rentable en su producción cuando este se maneja bajo condiciones adecuadas. El eficiente control de malezas es esencial para su producción, debido a que estas compiten por luz, nutrientes y agua, lo cual causa una reducción en el rendimiento y calidad del grano de maíz. La investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, con la finalidad de evaluar el pH del agua en la eficacia de diferentes dosis de Glufosinato de amonio (...)</p> <p>Keywords</p> <p>Corn is a profitable crop in its production when it is managed under adequate conditions. Efficient weed control is essential for its production, since they compete for light, nutrients and water, causing a reduction in yield and grain quality. The research was carried out in the facilities Campus Experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, with the purpose of evaluating the pH of the water in the efficacy of different doses of Glufosinate ammonium (...)</p>				
Descripción:	81 hojas : dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162				
URL:					

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cereales más utilizados como alimento para personas y animales en todas las etapas de desarrollo de la planta y producción. Es un cultivo de gran importancia económica a nivel mundial, ya que es fuente de materia prima para numerosos productos industriales (1).

En Ecuador, la producción de maíz en el año 2020 alcanzó las 355,913 hectáreas, con una producción de 1'358,626 toneladas métricas. Dentro de la provincia de Los Ríos, se obtuvieron 642,761 toneladas en un área cosechada de 144,109 hectáreas, con un promedio de 4.5 toneladas por hectárea (2).

El control de malezas es fundamental en la producción de maíz, mismas que compiten con el cultivo por luz, nutrientes y agua, lo que reduce el rendimiento y la calidad del grano. La presencia constante de malezas dificulta la cosecha mecánica y las malezas también actúan como hospederos de plagas y enfermedades (3).

En las regiones productoras de maíz, la competencia entre las malezas y el cultivo durante los primeros 30 días de desarrollo puede ocasionar plantas cloróticas, de escaso vigor y altura, lo que a su vez genera una disminución en los rendimientos. Las pérdidas se incrementan significativamente cuando los períodos de competencia se prolongan, especialmente cuando las malezas emergen antes que el maíz o cuando hay poblaciones numerosas de especies con alta capacidad competitiva (4).

Al realizar el control químico de malezas, es importante tener en cuenta aspectos como la identificación de las malezas problema, la selección adecuada de herbicidas y dosis, el uso de agua de buena calidad, la calibración de los equipos de pulverización, la aplicación de dosis suficientes para alcanzar el contacto con la maleza, la penetración en el interior de la planta, el movimiento hacia el sitio de acción y la afectación de alguna función vital de la maleza (5). Es fundamental identificar correctamente las especies de malezas que están causando problemas en el cultivo, que permitirá seleccionar los herbicidas más efectivos para controlar esas especies específicas (4).

Regular el pH de una solución fitosanitaria puede hacer que, a partir de un mismo tratamiento, este sea altamente efectivo o pierda eficacia debido a que los fitosanitarios, incluidos los herbicidas, funcionan mejor cuando la solución tiene un pH ácido. En este caso, el pH representa un valor importante en la capacidad de asimilación por parte del cultivo y en la efectividad del tratamiento durante el tiempo de vida útil del principio activo utilizado (6).

El Glufosinato de Amonio es un herbicida postemergente de amplio espectro y acción de contacto, perteneciente al grupo químico de los ácidos fosfínicos. Su transporte ocurre solamente entre las hojas, principalmente de las inferiores a las superiores. Actúa neutralizando la síntesis de glutamina, lo que lleva a la acumulación de amoníaco, y al mismo tiempo inhibe la fotosíntesis (7).

Es cierto que la literatura científica puede presentar limitaciones en cuanto a las recomendaciones específicas sobre el uso de modificadores de pH con herbicidas postemergentes. La investigación en este campo a menudo se realiza en condiciones de laboratorio, lo que puede limitar la generalización de los resultados a situaciones de campo (8).

La eficacia de los herbicidas puede verse influenciada por diversos factores, incluido el pH del agua utilizada para la aplicación. En algunos casos, se ha observado que el pH del agua puede afectar la estabilidad y la actividad de ciertos herbicidas. Sin embargo, los estudios han informado de parámetros diferentes y, a menudo, no existe un consenso claro sobre los valores óptimos de pH para la aplicación de herbicidas específicos (8).

Por ejemplo, (8) reportaron el peso de las raíces en comparación con un grupo de control para evaluar el efecto del Nicosulfuron, (9) la tasa de absorción del Bentazon en las hojas y (10) la absorción del Bentazon a través de las membranas celulares. El pH del agua reportado en estas investigaciones se encuentra en rangos ácidos (3-5), neutros (6.5-7.5) y alcalinos (9-10). Estas investigaciones no evaluaron el control de malezas, sino el movimiento del herbicida en la planta y los mecanismos de transporte, así como su efecto en relación al pH del agua de aplicación.

La presente investigación evaluó el efecto del pH del agua en la eficacia de diferentes dosis de Glufosinato de amonio aplicado en el cultivo de maíz (*Zea mays*), con el objetivo de determinar el efecto de control proporcionado por cada uno de los tratamientos sobre los parámetros productivos y agronómicos del cultivo.

CAPÍTULO I
CONTECTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Las malezas en el cultivo de maíz (*Zea mays*) representan uno de los factores más limitantes en su rendimiento debido a la rápida adaptación, agresividad y fácil propagación esto se centra en la influencia de la calidad del agua en la eficacia de los herbicidas utilizados para el control de malezas en el cultivo de maíz. Las malezas representan un desafío significativo en el rendimiento del cultivo debido a su capacidad de adaptación y propagación en el suelo, compitiendo con el maíz por recursos esenciales como agua, nutrientes y espacio. La mayoría de los herbicidas se aplican utilizando agua como vehículo, por lo que la calidad del agua utilizada es un factor crucial. Los contaminantes presentes en el agua, la presencia de minerales disueltos y los factores químicos, como el potencial de hidrógeno (pH), son aspectos importantes que influyen en la calidad del agua. La presencia de arcillas en suspensión y materia orgánica en el agua puede reducir la eficacia de los herbicidas, ya que estos se inactivan al adherirse a las partículas presentes en la suspensión. Esta situación se convierte en un problema durante el control de malezas, ya que la variabilidad del pH del agua puede disminuir la eficiencia de los productos químicos utilizados. Esto lleva a un control ineficiente de las malezas y resulta en un aumento de los costos de producción debido a la necesidad de repetir los tratamientos. Por lo tanto, es necesario investigar y comprender el impacto de la calidad del agua, incluyendo la presencia de contaminantes, minerales disueltos y el pH, en la eficacia de los herbicidas utilizados en el control de malezas en el cultivo de maíz. Esto permitirá tomar decisiones informadas sobre la selección de herbicidas y el manejo del agua utilizada en el cultivo, con el objetivo de mejorar el control de las malezas y optimizar la productividad del cultivo de maíz.

Diagnóstico del problema

El uso de herbicidas es una de las principales opciones de control de malezas en el cultivo de maíz, las que se han visto afectados en crecimiento y rendimiento por estas plagas, durante las aplicaciones de herbicida se emplean cantidades considerables de agua, cuya calidad puede variar en función de la turbidez, sustancias en suspensión y el pH, donde esta última es causante de problemas en la efectividad de algunos herbicidas como el Glufosinato de amonio, que se hidrolizan cuando se mezclan con aguas alcalinas.

Pronóstico del problema

Al no corregir el pH del agua, se producirán efectos negativos en la eficacia del producto utilizado para el control de malezas en el cultivo de maíz. La falta de ajuste del pH comprometerá la estabilidad, absorción y penetración del producto en las plantas. Esto se debe a que el ingrediente activo del herbicida sufrirá degradación por hidrólisis alcalina al entrar en contacto con el agua, lo que resultará en una pérdida de su capacidad de acción adecuada. La degradación del ingrediente activo debido a la hidrólisis alcalina afectará la capacidad del herbicida para controlar eficazmente las malezas presentes en el cultivo de maíz. Como resultado, el control de las malezas se verá comprometido y no se logrará la supresión adecuada de las mismas. Esto puede llevar a la necesidad de realizar nuevas aplicaciones de herbicidas, lo que generará un aumento en los costos de producción para los agricultores.

Formulación del problema

¿Qué niveles de pH del agua y dosis de Glufosinato de amonio presentan mayor eficiencia en el control de malezas en el cultivo de maíz?

Sistematización del problema

- ¿Cuál es el porcentaje de eficiencia en el control de malezas en diferentes dosis de Glufosinato de amonio bajo niveles de pH de agua en el cultivo de maíz?
- ¿Cuál es el efecto del Glufosinato de amonio y el pH de agua sobre las variables agronómicas del cultivo de maíz?
- ¿Cuál es el costo de los diferentes tratamientos de control de malezas en el cultivo de maíz?

1.2. Justificación

Al utilizar agua como vehículo para la aplicación de fitosanitarios en los agroecosistemas puede presentar características importantes, como el pH. En muchas zonas, el pH del agua está influenciado por el equilibrio entre el dióxido de carbono, los iones bicarbonato y carbonato, así como los ácidos húmicos y fúlvicos. En general, muchas aguas tienen cierta capacidad de amortiguar o resistir los cambios de pH, lo que a menudo se conoce como alcalinidad del sistema, lo que implica que suelen tener un pH alcalino. Para optimizar la eficacia de los herbicidas y reducir las dosis necesarias, así como los costos asociados, se utilizan moduladores de pH que ayudan a mejorar el contacto del herbicida con la superficie asperjada, la cobertura, la penetración, la traslocación y la persistencia. La acidificación del agua es una forma de reducir la dosis efectiva de herbicida, reducir los costos y disminuir los impactos en el suelo, el agua y el medio ambiente en general.

El uso de moduladores de pH, como la acidificación del agua, tiene como objetivo mejorar la eficacia de los herbicidas al favorecer su interacción con las malezas. Esto ayuda a garantizar un mejor control de las malezas que pueden actuar como hospederas de insectos y patógenos dañinos para el cultivo. Además, las malezas también pueden liberar exudados radiculares y lixiviados foliares tóxicos que pueden afectar negativamente el desarrollo de las plantas de maíz y obstaculizar el proceso de cosecha. Por lo tanto, lograr un control adecuado de las malezas es esencial para reducir los costos asociados a estas operaciones y minimizar los efectos perjudiciales en el cultivo.

Esta investigación está enfocada en dar soluciones a los agricultores para evitar la pérdida de eficacia de los herbicidas al momento de estos ser aplicados en campo, lo cual está relacionado con el uso de agua de mala calidad, específicamente niveles de pH no idóneos. Así mismo, se determinarán concentraciones óptimas de aplicación del Glufosinato de Amonio para el control efectivo de malezas presentes en el cultivo de maíz.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el pH del agua en la eficacia de diferentes dosis de Glufosinato de amonio aplicado en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) establecido en la Finca Experimental La María, del cantón Quevedo, provincia de Los Ríos.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la eficiencia de diferentes dosis de Glufosinato de amonio bajo tres niveles de pH de agua en la población de malezas de un cultivo de maíz.
- Analizar la influencia del Glufosinato de amonio y el pH de agua sobre las variables agronómicas del cultivo de maíz.
- Realizar un análisis del costo de los tratamientos utilizados en el control de malezas del cultivo de maíz.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA
INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Conceptual

2.1.1. Herbicidas

Los herbicidas son productos químicos diseñados para controlar el crecimiento y desarrollo de las plantas no deseadas, comúnmente conocidas como malezas. Se utilizan ampliamente en la agricultura. Cuando se aplican correctamente, los herbicidas pueden brindar un control efectivo de la maleza a un bajo costo, lo cual es beneficioso para los agricultores y otros usuarios (11).

2.1.2. Malezas

Las malezas son plantas indeseables que pueden causar diversos perjuicios en diferentes ámbitos de la productividad agropecuaria. En los cultivos, las malezas compiten con las plantas cultivadas por recursos como nutrientes, agua, luz solar y espacio. Esto puede resultar en una disminución en el rendimiento de los cultivos, ya que las malezas reducen la disponibilidad de estos recursos esenciales. Además de la competencia por recursos, las malezas también pueden afectar la calidad de los productos agrícolas al contaminarlos con semillas, espinas u otras partes indeseables. También pueden albergar plagas o enfermedades que afectan a los cultivos (12).

2.1.3. Potencial de hidrógeno (pH)

El pH es una medida importante para determinar la acidez o alcalinidad de una solución. Se basa en la concentración de iones hidrógeno (H^+) presentes en la disolución. El pH se expresa en una escala numérica que va desde 0 hasta 14, donde 7 representa la neutralidad (ni ácido ni alcalino), valores por debajo de 7 indican acidez (mayor concentración de iones H^+) y valores por encima de 7 indican alcalinidad (mayor concentración de iones OH^-). Es importante medir y controlar el pH en diferentes contextos, como en la agricultura, el tratamiento de aguas, la industria alimentaria y la investigación científica, ya que el pH puede afectar la solubilidad de sustancias, la actividad de enzimas, la eficacia de productos químicos, entre otros procesos químicos y biológicos (13).

2.2. Marco Referencial

2.2.1. Importancia del cultivo de maíz

Durante el siglo XX y en los primeros años del siglo XXI, el maíz ha sido el cereal más relevante en diversos sectores económicos a nivel mundial. En las naciones industrializadas, el maíz desempeña un papel fundamental como alimento para el ganado y como materia prima en la producción de alimentos procesados, entre otros usos. Además, el maíz ha sido y continuará siendo crucial para la subsistencia de los campesinos e indígenas que habitan en la mayoría de los países de América. (14).

El maíz contribuye significativamente a la seguridad alimentaria de la población ecuatoriana. El maíz amarillo duro, que se destina en un 80% a la producción de alimento balanceado, es cultivado principalmente en la región litoral del país. Además, es el cultivo transitorio más relevante en términos de superficie sembrada, alcanzando aproximadamente 300,000 hectáreas. Durante los últimos 20 años, la producción y rendimiento del maíz ha experimentado un crecimiento constante y sostenido. (15).

La producción de maíz en los cultivos ecuatorianos ha experimentado un aumento significativo, principalmente gracias al uso de semillas híbridas de alto rendimiento. Estas semillas permiten a los agricultores obtener cosechas más abundantes en una misma área cultivada. Es importante destacar que se deben tomar precauciones en el cultivo para garantizar un desarrollo óptimo del maíz y mitigar el impacto de plagas y enfermedades que puedan afectarlo. Al implementar medidas adecuadas de manejo y control, los agricultores pueden maximizar la producción y asegurar la calidad del maíz cosechado. (16).

2.2.2. Origen del maíz

El maíz es ampliamente reconocido como una de las primeras plantas cultivadas por los agricultores hace aproximadamente entre 7000 y 10000 años. La evidencia más antigua del maíz como alimento humano se ha encontrado en sitios arqueológicos en México, donde se descubrieron pequeñas mazorcas de maíz en cuevas habitadas por antiguas poblaciones, datadas con una antigüedad de más de 5000 años. Estos hallazgos proporcionan importantes

indicios sobre el papel fundamental que el maíz ha desempeñado en la alimentación de las comunidades humanas desde tiempos remotos. (17).

Es correcto afirmar que el cultivo de maíz es originario de América y que fue un alimento fundamental en la cultura indígena estadounidense durante varios siglos antes de la llegada de los europeos al nuevo mundo. El origen exacto del maíz sigue siendo objeto de debate y misterio. Los hallazgos arqueológicos y paleobotánicos han proporcionado una sólida evidencia de que el maíz se cultivaba en el valle de Tehuacán, al sur de México, hace aproximadamente 4600 años. Estos descubrimientos han sido fundamentales para comprender la historia temprana de la domesticación y el cultivo del maíz en las antiguas civilizaciones mesoamericanas (18).

2.2.3. Taxonomía del maíz

La clasificación taxonómica del maíz se ve reflejada en la tabla 1 citada por (19) menciona la nomenclatura diseñada por Lineo en el año de 1737.

Tabla 1

Clasificación taxonómica del maíz

Reino:	Plantae
Subreino:	Embriobionta
División:	Angiospermae
Clase:	Monocotyledoneae
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Género:	<i>Zea</i>
Especie:	<i>Z. mays</i> L.

Fuente (19)

2.2.4. Botánica del maíz

2.2.4.1. Tallo.

El tallo del maíz es recto y simple, con una notable longitud que puede llegar a alcanzar los 4 metros de altura. Es robusto y carece de ramificaciones. Su apariencia se asemeja a la de una caña, sin presentar entrenudos visibles. Al realizar un corte transversal en el tallo, se puede observar una médula esponjosa en su interior (20).

2.2.4.2. Raíces.

El sistema radicular está compuesto por dos partes principales. La primera parte es el sistema de raíces adventicias seminales, que representa aproximadamente el 52% de la planta. Este sistema desempeña un papel crucial en la fijación y absorción de nutrientes por parte de la planta. Por otro lado, el sistema nodular constituye aproximadamente el 48% de la masa total de raíces del maíz (21).

Las raíces de anclaje, tanto las adventicias seminales como las nodulares, tienen la función de mantener la planta de maíz erguida y prevenir su caída. Estas raíces juegan un papel importante en brindar estabilidad estructural a la planta, especialmente en condiciones de viento o en suelos con poca resistencia. Al asegurar una base sólida, las raíces de anclaje permiten que la planta crezca verticalmente y evita su inclinación o caída (21).

2.2.4.3. Hojas.

Son largas de forma lanceolada y se disponen de manera alterna a lo largo del tallo. Presentan nervaduras paralelas de tamaño considerable. Estas hojas se envuelven alrededor del tallo y pueden tener una superficie vellosa en el haz. Los extremos son afilados y cortantes, lo que les otorga una apariencia puntiaguda (22).

2.2.4.4. Inflorescencia.

El maíz es una planta con inflorescencia monóica, tiene flores masculinas y femeninas separadas en la misma planta. En el caso de la inflorescencia masculina, se presenta en forma

de una panícula de color amarillo. Esta panícula contiene una gran cantidad de polen, estimada entre 20 y 25 millones de granos de polen. El polen es esencial para la polinización y la fertilización de las flores femeninas del maíz, lo que permite la formación de los granos de maíz (20).

La inflorescencia femenina presenta un contenido menor de granos de polen en comparación con la inflorescencia masculina. Se estima que contiene alrededor de 800 a 1000 granos de polen. Estas flores se forman en estructuras vegetativas llamadas espádices que se disponen de forma lateral en la planta de maíz. Estos espádices contienen las flores femeninas que darán lugar a las mazorcas de maíz una vez que sean polinizadas adecuadamente (20).

2.2.4.5. Fruto.

Los frutos del maíz se agrupan en una estructura denominada infrutescencia, que comúnmente se conoce como "mazorca" o "piña". Es en la mazorca donde se insertan los granos de maíz. El tamaño y número de mazorcas están directamente relacionados con el rendimiento del grano, ya que dependen de factores como la longitud de la mazorca, el número de hileras de granos y el peso de los mismos. Estos elementos determinarán la cantidad y calidad de los granos de maíz producidos en cada mazorca (23).

2.2.5. Condiciones de clima y suelo

Las condiciones climáticas para el cultivo de maíz según (24) se detallan en la tabla 2:

Tabla 2

Condiciones climáticas y de suelo del cultivo de maíz

Precipitación	600 a 1200 mm repartidas durante el ciclo del cultivo
Luz	1000 a 1500 horas durante el ciclo del cultivo (4 meses)
Altitud	2200 a 2800 m
Temperatura	10-20 °C y máximas de 30-32 °C
Suelos	De preferencia francos, sueltos (no muy arenosos) ni
pH	compacto y ricos en M.O. 5.6 – 7.5

Fuente: (24)

2.2.6. Manejo agronómico del maíz

2.2.6.1. Preparación de suelo.

Existen varios sistemas de siembra, y cada uno requiere una preparación del suelo específica. En el caso del sistema mecanizado, se lleva a cabo una preparación del suelo que involucra labores de roturación. Esto implica trabajar el suelo a una profundidad de 10 a 20 cm para incorporar los residuos y aflojar la capa arable. Posteriormente, se realiza una pasada de rastra superficial para dejar el suelo en condiciones de terrones muy finos y alisar el terreno (25).

En el sistema de mínima labranza, que se relaciona con métodos manuales o con el uso de herramientas como el espeque, la preparación del suelo es menos intensiva. En este caso, se evita la roturación profunda y se busca mantener la estructura del suelo lo más intacta posible. Se pueden realizar labores de descompactación y nivelación con el uso de herramientas apropiadas, pero se busca interferir lo menos posible con la estructura natural del suelo. La preparación del suelo en el cultivo de maíz varía según el sistema de siembra utilizado, sea a través de una preparación mecánica más intensiva o mediante una mínima labranza que preserva la estructura natural del suelo (25).

2.2.6.2. Tipo de suelo.

El maíz tiene la capacidad de adaptarse a una amplia variedad de suelos y puede producir buenas cosechas si se utilizan los cultivares adecuados y se aplican las técnicas de cultivo apropiadas, existen algunas características de suelo que son más favorables para el cultivo del maíz. Los suelos más idóneos para el cultivo del maíz son aquellos de textura media, es decir, suelos francos, estos suelos permiten un buen equilibrio entre el drenaje y la retención de agua, lo cual es esencial para el desarrollo adecuado del cultivo (26).

La profundidad del suelo también es un factor importante, un suelo profundo permite que las raíces del maíz se desarrollen de manera adecuada y puedan explorar una mayor cantidad de nutrientes y agua. La capacidad de retención de agua del suelo es fundamental, ya que el maíz requiere un suministro adecuado de agua durante su ciclo de crecimiento. Los suelos con una alta capacidad de retención de agua permiten que las raíces del maíz puedan acceder al agua disponible durante periodos de sequía (26).

2.2.6.3. Densidad de siembra.

Para variedades, se recomienda una densidad de siembra de 50,000 a 55,000 plantas por hectárea. En el caso de los híbridos, la recomendación es de 60,000 a 62,000 plantas. La distancia entre surcos en la siembra mecanizada es de 75 a 80 cm, mientras que la distancia entre plantas dentro del surco es de 20 a 25 cm. En este método de siembra, se coloca una semilla por golpe de siembra. En la siembra manual o con espeque, las distancias recomendadas son de 75 a 90 cm entre surcos y de 40 a 50 cm entre sitios de siembra. También se coloca una semilla por golpe de siembra en este caso (25).

2.2.6.4. Fertilización.

El abonado se efectúa normalmente tomando en consideración las características de la zona de plantación, por lo que no se sigue un abonado riguroso en todas las zonas por igual. Se fertiliza con alto contenido de Nitrógeno, Fósforo y Zinc. No obstante, se aplica un abonado muy flojo en la primera época de desarrollo de la planta hasta que la planta tenga un número de hojas de 6 a 8. (27). Antes de la fertilización es necesario determinar las características del suelo y así como aplicar enmiendas como el encalado (24).

2.2.6.5. Cosecha y postcosecha.

La cosecha se realiza normalmente de forma manual, una vez que hayan madurado los granos, inmediatamente deberán ser trasladados a un secadero y mantenerlo hasta bajar la humedad a 15 - 16%. Posteriormente realizar la trilla en forma manual o con desgranadora, y someter de nuevo al secado a sol o en silos hasta alcanzar un 13% de humedad. Secar el grano es un paso muy importante para evitar daños y presencia de hongos e insectos (29).

2.2.6.6. Manejo de plagas y enfermedades.

Entre las principales plagas que afectan al maíz son *Feltia experta*, *Copitarsia turbata*, *Agrotis ypsilon*, Cuchi cuchi (*Puranius* sp), Astilus (*Astilus variegatus*), Racka o gallina ciega (*Phyllophaga* sp o *Ancognatha scarabioides*), Silhui o cogollero (*Spodoptera*

frugiperda), Lorito verde (*Diabrotica* sp), Cañero (*Diatraea saccharalis*) y Choclero o mazorquero (*Helicoverpa zea*) (30).

Para su control es recomendable realizar la aplicación de producto químico insecticida que posibilita proteger a la semilla a partir del momento de la siembra y 20-25 días posteriores. Esta práctica favorece la disminución de pérdida de plantas y favorece a disponer de buen vigor en la germinación. Existen diferentes opciones de productos, entre las cuales se pueden mencionar a: Thiodicarb, Endosulfan y Earbosulfan (31).

Es necesario interpretar las indicaciones del fabricante referente a la dosis y modo de aplicación previo a su uso en la semilla. También se recomienda el uso de insecticidas granulados, como Terbufos en presentación granulada que se aplicara 5-6 lbs/cuerda (80-100 lbs/mz) (31).

El ataque de las enfermedades foliares fungosas más comunes causadas por hongos de los géneros *Helminthosporium* y *Puccinia* (roya) no tienen repercusión económica, por lo cual no se efectúa control alguno, en cambio con *Fusarium* y *Diplodia* que si presenta graves afectaciones (30)

Para el manejo de enfermedades, se deben de sembrar variedades e híbridos de maíces tolerantes a las principales plagas y enfermedades, usar semilla tratada con fungicidas e insecticidas, además de eliminar malas hierbas que hospedan plagas o enfermedades, aplicar insecticidas y fungicidas de bajo impacto ambiental y específicos para los agentes que estén causando daño de importancia económica e implementar la rotación de cultivos posteriormente (25).

2.2.7. Malezas

Las malezas constituyen riesgos naturales dentro de los intereses y actividades del hombre. Estas plantas no deseadas compiten por luz, agua, nutrientes etc., y son frecuentemente descritas como dañinas a los sistemas de producción de cultivos, procesos industriales y comerciales (32).

Desde un punto de vista ecológico, cualquier análisis de una especie de maleza debe evaluar el papel relativo de las características de su vida histórica individual en la biología de la especie que permite el aumento en tamaño de las poblaciones de malezas (32).

2.2.7.1. Clasificación de malezas.

2.2.7.1.1. Según su ciclo de vida.

a. Anuales

Son malezas o malas hierbas que producen un rango mayor porcentaje de semillas, para controlarlas se requiere que estas alcancen su mayor crecimiento para proceder a cortarlas al ras del suelo respectivamente (33).

b. Bianuales

Frecuentemente estas requieren de dos temporadas para poder completar su ciclo de desarrollo, la primera temporada es de crecimiento vegetativo y la segunda etapa es de reproducción de la maleza (33).

c. Perennes

Son caracterizadas particularmente por culminar su ciclo en una temporada. Tienen la capacidad de resistir por más temporadas con la ayuda de sus estructuras vegetativas a lo largo de su desarrollo (33).

2.2.7.1.2. Según su morfología.

a. Cyperáceas

Son plantas monocotiledóneas anuales o perennes conocidas como "coquitos" o "cortaderas". Están constituidas por raíces profundas distribuidas en cadenas (rizomas), tallos triangulares, desprovistos de nudosidades y pubescencia, hojas delgadas y flores en espiga. Algunas cyperáceas tienen la cualidad de formar en sus raíces tubérculos en sucesión,

tal es el caso del *C. rotundus* y *C. esculentus*. La forma en que se reproduce este tipo de malezas es mediante semillas, rizomas, bulbos y tubérculos que dificulta su control por cualquier medio (34).

b. Gramíneas

Estas son plantas monocotiledóneas anuales, bianuales y perennes, conocidas como "pajas" o "gramas". Son constituidas por raíces profundas fasciculadas, tallos interrumpidos de trecho en trecho por nudos, hojas delgadas y flores en espiga o panoja. Se reproducen por semilla, cepa, estolones y rizomas. Son muy exigentes en luz; algunas especies poseen propiedades de inhibir el crecimiento de otras plantas debido a que exudan una sustancia tóxica llamada "curamina" (34).

c. Hoja ancha

Son plantas dicotiledóneas anuales, bianuales y perennes. Proviene de diferentes familias con variadas características morfológicas como ser: tipos diferentes de flores y hojas con una longitud semejante al ancho. Algunas especies de malezas pertenecientes a las familias botánicas de las *Cucurvitaceae*, *Amaranthaceae* y *Malvaceae*, escapan a la acción de ciertos herbicidas de aplicación preemergentes (34).

Este tipo de malezas aparecen antes de la cosecha, especialmente en el maíz, causando problemas a la madurez de los cultivos por retardo en la defoliación, lo cual hace difícil la labor de cosecha, a la vez que degeneran la calidad del grano (34).

2.2.7.2. Principales malezas en el cultivo de maíz.

2.2.7.2.1. Verdolaga (*Portulaca oleracea*).

Planta de origen incierto, es considerada como una de las malezas más agresivas, habitando en casi todos los tipos de vegetación, climas, suelos y altitudes que van desde nivel del mar hasta por arriba de los 2000 metros; son muy resistentes a la sequía. (35).

Portulaca oleracea presenta una gran variación de características foliares y de porte, cambiando frecuentemente según las condiciones ambientales y edáficas. Es una planta anual, suculenta, de tallos postrados, generalmente de color rojizo, hojas verdes brillantes, subopuestas, frutos capsulares con abundantes semillas minúsculas de color café oscuro o casi negras (35).

2.2.7.2.2. Coquito (*Cyperus rotundus*).

Planta perenne con alturas que varían de 10 a 50 cm. Presentan tallos triangulares, hojas en tríos sin lígulas y flores en espiguillas con una sola bráctea. Es una maleza con alta capacidad de propagación al reproducirse por semilla, rizomas y tubérculos, poseen una cualidad de rápido crecimiento vegetativo siendo capaz de producir sustancias alelopáticas. Afecta no sólo con su presencia sobre el suelo, también por la espesa red que forman sus tubérculos y rizomas en la rizósfera del suelo (36).

2.2.7.2.3. Bledo (*Amarantus spp*).

Tipo de maleza con hojas color verde, sin pelos, en forma de óvalo o diamante, a veces en forma de espada 3,5-11 cm de largo y 1-4,5 cm de ancho, con posición alterna sobre el tallo, el pecíolo es largo (4- 10 cm). Flores de color verde o blanco verdoso, pequeñas sostenidas en picos terminales largos y en racimos globulares. Los frutos tienen apariencia de cápsulas oblongas que contienen semillas redondas, brillantes y rojizas oscuras (0.8 mm de largo) (37).

2.2.7.2.4. Lechosa (*Euphorbia alterofilia*).

Planta herbácea considerada anual o perenne, misma que posee un tallo de forma erecta, redondo, ramificado hacia el ápice en forma de una Y, las hojas son opuestas con márgenes denticulados distribuidos y triangulares (37).

2.2.7.2.5. Caminadora (*Rotboelia exaltata*).

Hierba gramínea anual, robusta y erecta que puede alcanzar hasta los 4m. Macolla de forma prolífica. Se caracteriza porque sus raíces crecen de los nudos sobre la superficie del suelo.

Sus semillas segmentadas están separadas a medida que maduran, comenzando desde la parte superior hacia la inferior (38).

La vaina de la hoja está cubierta de pelos largos y ciliados de color verde pálido, 15-45 cm de largo. La inflorescencia es una espiguilla cilíndrica de 15 cm de largo aproximadamente que se sujeta por un tallo principal (38).

2.2.7.2.6. Paja de burro (*Eleusine indica*).

Hierba anual con cañas generalmente ramificadas desde la base, decumbentes y radicales en nudos inferiores, son muy comprimidas, de 30 a 50 cm de altura. Sus hojas presentan una vaina abierta, ciliada en el margen, lígula membranácea, lámina plana de 3 a 8 mm de ancho. La forma de su inflorescencia está compuesta por 5 a 12 espigas fasciculadas en el ápice de la caña o sobre un eje breve, de 5 a 7 cm de longitud (39).

2.2.7.2.7. Vetilla (*Ipomoea spp*).

Este tipo de planta es de vida anual, por lo general esta hierba posee un tallo ramificado en forma dicotómica, puede alcanzar hasta los 60 cm de largo con tricomas cortos y patentes. Las hojas son opuestas ovadas a romboides (40).

2.2.7.3. Control de malezas.

2.2.7.3.1. Control mecánico.

Las malezas se pueden manejar a través de métodos mecánicos, cuyos resultados varían entre regiones y años. Estos métodos de rotación, selección de variedades, fecha de plantación, tempranos deshierbes manuales o mecanizados, momento y tipo de labranza, etc., son practicados por agricultores, de acuerdo con efectos que no han sido cuantificados. En campos con una alta densidad de malezas pueden ser necesarios dos desyerbes manuales, a la segunda y tercera semana. (41).

Consiste en realizar labores manualmente (con cuma, azadón) o mecanizada (con cultivadora adaptada a un tractor), considerando el tipo de terreno. Las malezas se combaten

mecánicamente, deben efectuar dos limpiezas durante los primeros 30 días de crecimiento del cultivo, en forma superficial, sin perjudicar ni provocar lesiones al sistema radicular del cultivo (26).

Considerando un control de malezas antes de la siembra, se les realiza la quema se ha usado para controlar infestaciones de malezas gramíneas anuales de invierno. Esta práctica seca el suelo y mejora la efectividad de la labranza, elevando el riesgo de erosión. Mientras más temprano se siembre el cultivo, menos tiempo disponible habrá para cualquier tipo de desyerbe antes de la siembra y mayores oportunidades para que las malezas germinen en similitud del cultivo de maíz (41).

2.2.7.3.2. Control químico.

Generalmente los herbicidas son seguros, eficientes y rentables, pero solos no resuelven todos los problemas de malezas. Deben ser parte de un programa de manejo total de malezas. Para una máxima efectividad se deben aplicar cuando las malezas son jóvenes y susceptibles, y antes que reduzcan el crecimiento y desarrollo del cultivo (41).

Se recomienda la aplicación de 2-3 kg/ha 2-4-D Amida, es un herbicida selectivo (U-46, esterpac, dacocida) 1.5 lt/ ha o 2 kg/ha antes de que el maíz tenga 10 -15 cm de altura. En caso de presentarse malezas que sobrepasen los 15 cm de altura, se puede aplicar Paraquat, herbicida no selectivo aplicado antes de la emergencia del maíz o entre las hileras, sin que llegue al maíz (24).

Si hay malezas de hoja ancha y angosta se usa un herbicida residual en base a Semaína, una sola aplicación en preemergencia, dosis de 2-4 kg/ha. Actúa a través de las raíces impidiendo el crecimiento y desarrollo de malezas. Atrazina, 2-4 kg/ha en pre y postemergencia. Es un herbicida de contacto y selectivo, es recomendable en zonas de poca lluvia (24).

2.2.8. Herbicidas

Los herbicidas son compuestos complejos que tienen la capacidad de controlar las plantas indeseables o malezas en los cultivos. Estos plaguicidas como otros productos para la protección de los cultivos deben ser utilizados de acuerdo con el conocimiento de todas sus

características y propiedades, para así obtener el máximo provecho de su acción, ya que por ser compuestos que producen un impacto ambiental, no se justifica su uso sin una rentabilidad acorde a dicho impacto, que en todo caso debe ser el más bajo posible (42).

Según García (43), un herbicida es un químico que causa una disrupción en la fisiología o metabolismo de una planta por un tiempo suficientemente largo como para matarla o reducir su crecimiento. Por lo cual, es necesario conocer una serie de conceptos básicos asociados a estos compuestos para profundizar en el conocimiento de los mismos.

2.2.8.1. Glufosinato de amonio.

El Glufosinato de amonio, un inhibidor de la enzima glutamina sintetasa (GS) en el metabolismo del nitrógeno. Al bloquear esta enzima se acumula amoniaco en las plantas lo que destruye las membranas celulares, es un herbicida àcidos fosfínicos y se utiliza para el control de malezas en aplicaciones de rociado dirigido, indicadas para cultivares convencionales (44).

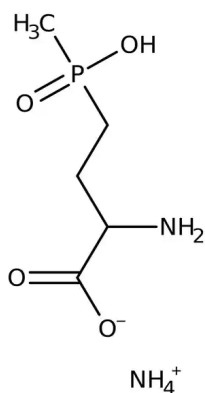
Presenta su acción postemergente sobre malezas de hoja ancha y gramínea; no tiene actividad en el suelo. El Glufosinato tiene un transporte limitado dentro de la planta y su acción es básicamente de contacto (45) y requiere cobertura amplia en el momento de la aplicación para el espectro completo de control de malezas, debido a que GA no se transloca rápidamente dentro de la planta (46).

Generalmente los síntomas del Glufosinato de Amonio son ocasionados principalmente en las hojas, presentando una clorosis, que mueren entres los dos a cinco días después del tratamiento. La muerte de las hojas se produce por la elevación de los niveles de amonio y a los niveles reducidos de glutamina en el tejido foliar en pocas horas (47).

Su nombre químico (IUPAC) es Amonio 4- [hidroxi (metil) fosfinoíl] -DLhomoalaninate; DL-Amonio Homoalanin-4-il (metil) Fosfinato, en la clasificación del modo de acción HRAC se encuentra en el grupo de activación de luz de ROS y su estructura química se muestra en la figura 1 (45).

Figura 1

Estructura química del glufosinato de amonio



Fuente: (45)

2.2.9. Calidad del agua para la aplicación de herbicidas

El agua en su continuo movimiento por el planeta entra en contacto con los diferentes compartimentos ambientales (atmósfera, hidrósfera, biósfera, geósfera, antropósfera) y va modificando su estado y composición. Por lo cual dentro de los constituyentes naturales del agua existen diversos elementos físicos, químicos y biológicos que inciden en sus propiedades y en su aptitud de uso (48).

El agua de uso agrícola también puede presentar limitantes y es especialmente importante contar con agua de buena calidad para el uso de fitosanitarios. Aunque en las aplicaciones de herbicidas a campo el agua es el vehículo más utilizado y representa la mayoría del volumen de las mezclas (48).

2.2.9.1. pH del agua.

Es una medida que indica el nivel de acidez o alcalinidad de una solución. La escala de pH varía de 0 a 14, donde 7 representa la neutralidad, lo que significa que la concentración de iones hidrógeno (H⁺) es igual a la concentración de iones hidróxido (OH⁻) en la solución. Un pH menor a 7 indica que la solución es ácida, lo que implica una mayor concentración de iones hidronio. Por otro lado, un pH mayor a 7 indica que la solución es alcalina o básica, con una mayor concentración de iones hidróxido (49).

En constancia el pH adecuado para aplicar herbicidas es 4 a 6. El pH alto de la solución contribuye a tener efectos negativos sobre los herbicidas en cuanto a la estabilidad y la penetración en la planta. La estabilidad se refiere a la conservación en el tiempo de la molécula del ingrediente activo. Se puede medir a través de la reducción en la vida media en un 50% de su concentración, y la penetración en la planta se realiza principalmente en las hojas (49).

El herbicida debe atravesar la cutícula de la hoja que es la barrera de penetración. Los herbicidas ácidos débiles como el glifosato penetran mejor la superficie foliar con un pH entre 4 a 7. En cambio, el grupo químico de herbicidas: Sulfonilureas poseen mayor estabilidad, aumentan la solubilidad e incrementan su actividad en pH neutro a ligeramente alcalinos (48).

2.2.9.2. Dureza del agua.

El agua extraída del medio rural a menudo contiene sales disueltas, incluyendo cationes como calcio y magnesio, que pueden afectar la eficacia de los herbicidas. La presencia de estos cationes en el agua se conoce como dureza del agua. La dureza del agua se expresa típicamente en partes por millón (ppm) o miligramos por litro (mg/l) de equivalente de carbonato de calcio (50).

La dureza del agua puede tener un impacto en la eficacia de los herbicidas, ya que los cationes presentes en el agua pueden interactuar con los ingredientes activos de los herbicidas y reducir su disponibilidad y actividad. En algunos casos, la dureza del agua puede causar la formación de precipitados o la degradación de los herbicidas, lo que disminuye su efectividad (50). Los valores críticos de pH de las aguas duras rondan entre pH 7.5 y 8.2. La mejor forma de determinar dureza es mediante un análisis físico-químico del agua (51).

2.2.9.3. Turbidez del agua.

Por lo general los sólidos disueltos en agua tienen cargas negativas que son las que absorben a los plaguicidas (retienen moléculas en su superficie). La magnitud de ese efecto se conoce como capacidad de intercambio, con valores promedio de 300 para la materia orgánica, 100

para arcilla y 10 para el limo. Si se agrega un ácido al agua turbia, neutralizamos las cargas y los sólidos precipitados (51).

2.2.10. Investigaciones Relacionadas al tema en estudio

Según Gómez *et al* (52), en su estudio de determinar si el pH del agua usada afecta la efectividad de tres herbicidas pos emergentes sobre las malezas, bajo condiciones de campo, con Fluazifop-p-butyl se encontró una reducción en el control de la maleza al usar agua con pH 8.5 con la cantidad de herbicida reducida a 75% de la recomendada, con Bentazon se encontraron diferencias en el control de *Melampodium divaricatum*; las aplicaciones con pH del agua de 4.50 y 8.50 y usando la cantidad de herbicida reducida a 75%, tuvieron un control inferior al resto de los tratamientos, pero no hubo reducción en el control bajo ningún pH evaluado al usar la dosis recomendada. El pH del agua no influyó en el control de malezas, con ninguno de los herbicidas, al usar la dosis recomendada por los fabricantes.

En la investigación de Sánchez (53), la calidad del agua es uno de los factores más importantes para la eficiencia de los herbicidas. Considerando que uno de los aspectos importantes de la calidad del agua es el pH. La finalidad de este estudio fue evaluar la efectividad del herbicida Nicosulfuron al modificar el pH del agua, usando dos dosis comerciales del mismo. Los pH utilizados fueron ácido, 3.3, y alcalino, 8.5. Las dosis utilizadas para cada pH fueron 50 y 70 g/ha. Como reguladores de pH se utilizó Hidróxido de sodio, como surfactante se utilizó ADSEE 775.

Así mismo, Pérez *et al.* (54), Con el objetivo de evaluar el efecto fitotóxico de diferentes herbicidas aplicados en preemergencia al cultivo de tomate de cáscara, en riego y siembra directa, y determinar el control de la maleza, en Irapuato, Guanajuato, México. Los resultados indican que el herbicida que ocasionó el menor daño al cultivo fue bensulide con un 3,2%, seguido por Rimsulfurón y Trifluralina, ambos con 7,5%. En contraste, Pendimetalina causó una fitotoxicidad de un 90,75%, seguido por Prometrina y Flufenacet con 43,75 y 31,25%, respectivamente. Rimsulfurón mostró el mejor control de maleza con un 98%, mientras que el Linurón controló la maleza en un 70%.

Por otro lado, Vele (55), al evaluar el efecto de herbicidas selectivos, Atrazina, Nicosulfuron y 2,4D en la supervivencia de malezas y su consecuencia en las características fenológicas,

rendimiento y calidad de cultivo de *Zea mays* L. variedad Marginal. Obtuvo que en las unidades experimentales tratadas con Antrazina se determinó 16,67% de supervivencia de malezas, en el grupo testigo 43,33%. Se encontró efectos significativos positivos de Nicosulfuron y Atrazina en los variables diámetro, longitud y número de semillas por mazorca, asimismo peso de 100 semillas. Analizando el rendimiento se determinó 9024,79kg/ha de maíz en parcelas tratadas con Nicosulfuron y 7547,09kg/ha con Atrazina.

Por último, Rodríguez (56), con el objetivo de determinar el grado de eficiencia de control de malezas del herbicida Glufosinato de Amonio en plantaciones de banano encontró que el mejor control de malezas lo presentó el tratamiento con dosis de 2,5 L/ha-1 de herbicida Basta 150 g/L observándose en este tratamiento una eficiencia de control del 95,25%, evidenciándose el poder nocivo del Glufosinato de amonio sobre las malezas. El mejor control obtenido con dosis de 2,5 L/ha-1 de herbicida Basta 150 g/L, está ligeramente por encima de la dosis recomendada por Bayer. No obstante, aún con las mayores concentraciones empleadas de herbicida, no se evidenciaron efectos tóxicos en cada una de las parcelas experimentales a los que se les aplicaron los diferentes tratamientos en estudio.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

Esta investigación se llevó a cabo en el Campus “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo ubicada en el Km 7 ½ de la vía Quevedo – El Empalme cuyas coordenadas geográficas son de 1°02'24" de latitud Sur y 76° 26' 20" de longitud Oeste. Altitud elipsoidal de 66 m.

En la tabla 3 se detallan las características agroclimáticas del lugar donde se realizó el experimento.

Tabla 3

Características agroclimáticas de la Finca Experimental “La María” UTEQ Mocache.

Parámetros	Valores
Suelo	Textura franco - arcilloso
pH	6.5 – 7.5
Temperatura	24 °C
Precipitación	2295 mm
Heliofanía	870.2 h
Humedad relativa	84% - 87%

Fuente: (57)

3.2. Tipo de investigación

El tipo de esta investigación fue de carácter experimental (a nivel de campo) en el cual se realizó la evaluación del pH del agua en diferentes dosis de glufosinato de amonio aplicado en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.).

3.3. Método de investigación

Los métodos de investigación que se utilizaron en el desarrollo del presente ensayo son: inductivo, deductivo, por medio de estos se logró obtener información más precisa estudiando de cerca las generalidades que son objeto de estudio, llegando a conclusiones ante las premisas ya estipuladas, y el método analítico para la descomposición del planteamiento del proyecto, separando cada una de sus partes y analizarlas sobre la

evaluación del pH del agua en diferentes dosis de glufosinato de aplicado en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.).

3.4. Fuente de recopilación de información

En la investigación se utilizaron información de fuentes primarias basadas en la observación del experimento a nivel de campo. Y de fuentes secundarias como textos, revistas científicas, documentos y otros, con el fin de obtener datos actualizados sobre la eficacia de diferentes dosis de Glufosinato de Amonio bajo pH de agua ácida y alcalina que infieren con los resultados generados en la investigación.

3.5. Diseño de la investigación

3.5.1. Factores en estudio

Se estudiaron nueve combinaciones de pH's y dosis más un control.

3.5.2. Tratamientos

Los tratamientos que fueron implementados en el ensayo se presentan en la tabla 4.

Tabla 4

Tratamientos empleados en el proyecto

Tratamiento	Descripción
T1	DA / alcalino (300 g i.a /ha + pH 8.5)
T2	DA / intermedia (300 g i.a /ha + pH 4.5)
T3	DA / ácido (300 g i.a /ha + pH 3)
T4	DM / alcalino (250 g de i.a / ha + pH 8.5)
T5	DM / intermedio (250 g de i.a / ha + pH 4.5)
T6	DM / ácido (250 g de i.a / ha + pH 3)
T7	DB / alcalino (200 g de i.a / ha + pH 8.5)
T8	DB / intermedia (200 g de i.a / ha + pH 4.5)

T9	DB / ácido (200 g de i.a / ha + pH 3)
T10	Control (sin aplicación de Herbicida)

DA: dosis alta; DM: dosis media; DB: dosis baja

Elaboración: autor

3.5.3. *Diseño experimental*

Para evaluar la eficacia del Glufosinato de Amonio a diferentes dosis con pH ácido y alcalino se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con 10 tratamientos, donde se incluye un grupo control. Para cada tratamiento se consideraron 3 repeticiones respectivamente. El esquema de Análisis de Varianza implementado en el ensayo se presenta en la tabla 5.

Tabla 5

Esquema de Análisis de Varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Repeticiones	(r-1) 2
Tratamientos	tr-1) 9
Error	(r-1)(t-1) 18
Total	(rt-1) 29

Elaboración: autor

3.5.4. *Especificaciones del ensayo*

Las especificaciones del ensayo se muestran en la tabla 6.

Tabla 6*Especificaciones del ensayo*

Número de unidades experimentales	30
Número de tratamientos	10
Número de repeticiones	3
Área total del ensayo	(45.5x12.) 546 m ²
Área de unidad experimental	(3.20x3) 9,6 m ²
Espacio entre unidad experimental	1.5 m
Distancia entre surcos	0.8 m
Distancias entre plantas	0.25 m
Total surcos por unidad experimental	5
Total plantas por surco	12
Total plantas por unidad experimental	60
Total plantas ensayo experimental	1 800
Área útil del ensayo	144 m ²
Área útil por parcela	(1.6x3) 4.8 m ²

Elaboración: autor

3.6. Instrumento de investigación**3.6.1. Manejo del experimento****3.6.1.1. Preparación de tratamientos.**

El herbicida se dosificó según la dosis alta, intermedia y baja. Para la preparación del agua y la estabilización del pH se utilizó Metasílicato de sodio para volverla alcalina y ácido orgánico para provocar la acidez, se ajustó al grado requerido y se controló su nivel exacto con un pHmetro. El agua tratada se encontró con un pH de 7.2, por lo cual se utilizó un recipiente para mezclar 1L de agua + 2,6 g de Metasílicato de sodio, hasta alcanzar un nivel de pH 8.5. De igual manera, se mezcló 1L de agua + 0,6 ml de Ácidos orgánicos alcanzando un nivel de pH de 4.5. Para la obtención de un nivel de pH 3 se mezcló 1 L de agua + 1,01 ml de ácidos orgánicos, obteniendo un nivel de pH 3. Llegando así los niveles pH requeridos haciendo sus respectivas correlaciones. Anexo B.

3.6.1.2. Tecnología de aplicación.

Los datos técnicos de boquilla utilizada para la aplicación de los tratamientos se muestran en la tabla 7.

Tabla 7

Datos técnicos de la boquilla

Forma del Chorro	Abanico Plano Uniforme
Ángulo de Aplicación	80°
Escala de Presión	30 a 60 lbf/pul ²
Tamaño de gota	Muy Gruesa (VC)
Caudal L/min	0.49 a 0.69

Fuente: (59)

3.6.1.3. Aplicación de tratamientos.

Los tratamientos fueron aplicados con una bomba de mochila Jacto antes de sembrar el maíz, luego se realizó una segunda aplicación a los 25 días después de la germinación del cultivo. La aplicación se realizó con bandeja protectora para evitar afectaciones sobre las hojas o tallo de las plantas de maíz, en horas de la mañana aprovechando la baja intensidad del sol, una temperatura menor a 30 °C, una humedad relativa mayor que el 55%, y a una velocidad del viento menor a 10 km/h.

3.6.1.4. Preparación del terreno.

Se identificó el terreno y se llevó a cabo un muestreo para determinar los diferentes tipos de malezas presentes. El terreno se preparó en superficie plana, se le hizo el pase de rastra por dos veces consecutivas, posteriormente se procedió a la distribución de las unidades experimentales donde se ejecutó la investigación (Anexo A).

3.6.1.5. Siembra.

La siembra se realizó de forma manual utilizando espeques y colocando 1 semilla por cada agujero a un distanciamiento de siembra de 0.80 x 0.25 m. Las semillas fueron previamente

sumergidas en una mezcla de 405 g i.a/l de Thiodicarb + Imidacloprid para su desinfección para evitar ataque de plagas y enfermedades.

3.6.1.6. Control de plagas y enfermedades.

Para el control de plagas se utilizó Profenofos en dosis de 300 g de i.a/ ha una vez que se determinó el umbral económico para las especies encontradas. El control de enfermedades, se realizó con Cooper Sulphate Pentahydrate en dosis de 144 g i.a/ha y su aplicación fue preventiva.

3.6.1.7. Fertilización.

La fertilización se efectuó de manera convencional con abono inicial compuesto de N, P, K a los 8 días después de la siembra (dds). A los 15 dds se aplicó Evergreen de manera foliar y a los 22 dds se completó con Urea + Muriato en proporción 75:25. Luego a los 30 dds se repitió la aplicación de Evergreen y por último a los 45 días se suministró urea en cantidades de 150 kg/ha. Se les aplicó la misma fertilización a todos los tratamientos. (Anexo C).

3.6.2. Variables evaluadas

3.6.2.1. Caracterización de maleza.

Esta actividad se realizó mediante monitoreo y observación de las malezas presentes en el terreno. La caracterización se realizó antes de la preparación del terreno y posteriormente cuando las malezas germinaron en las parcelas asignadas para cada uno de los tratamientos. Se identificó la especie, familia botánica y el grupo de maleza en base a fuentes bibliográficas.

3.6.2.2. Mortalidad de maleza y fitotoxicidad del cultivo.

La mortalidad y fitotoxicidad del cultivo se evaluaron a los 5 días después de cada aplicación del tratamiento en 1m² seleccionado al azar en cada unidad experimental (Anexo D). Aplicando la escala propuesta por la Sociedad Europea de Investigación en Malezas (EWRS) Tabla 8.

Tabla 8

Escala ordinal propuesta por la Sociedad Europea de Investigación en Malezas (EWRS) para evaluar el control de malezas y su fitotoxicidad al cultivo y su interpretación agronómica y porcentual

Valor	Efecto en la maleza		Efecto en el cultivo	
	Interpretación agronómica	Porcentual	Interpretación agronómica	Porcentual
1	Muerte completa	99.0 - 100	Sin efecto	0.0 – 1.0
2	Muy buen control	96.5 – 99.0	Síntomas muy ligeros	1.0 – 3.5
3	Buen control	93.0 – 96.5	Síntomas ligeros	3.5 – 7.0
4	Suficiente en la práctica	87.5 – 93.0	Síntomas que no se reflejan en el rendimiento	7.0 – 12.5
-----Límite de aceptabilidad-----				
5	Control medio	80.0 – 87.5	Daño medio	12.5 – 20.0
6	Regular	70.0 – 80.0	Daño elevado	20.0 – 30.0
7	Pobre	50.0 -70.0	Daños muy elevados	30.0 – 50.0
8	Control muy pobre	1.0 – 50.0	Daños severos	50.0 – 99.0
9	Sin efecto	0.0 -1.0	Muerte completa	99.0 - 100

Fuente: (EWRS)

3.6.2.3. Altura de plantas (cm).

Se realizaron las respectivas mediciones de altura de planta a los 10 días después de la aplicación de los tratamientos. Por cada unidad experimental, se seleccionaron 24 plantas de las dos hileras centrales que correspondían al área útil por parcela, las mismas que se midieron utilizando un flexómetro.

3.6.2.4. Diámetro de Tallo (cm).

Se utilizó un calibrador para medir el diámetro del tallo de las plantas en el tercio medio de las mismas, 10 días después de aplicar los tratamientos. Se seleccionaron 24 plantas de las dos hileras centrales, correspondientes al área útil por parcela para realizar estas mediciones.

3.6.2.5. Peso fresco de mazorcas (g).

Se escogieron 24 mazorcas de las dos hileras centrales que corresponden al área útil por parcela, estas estaban en una etapa fenológica de maduración pastosa, para luego hallar su peso promedio y expresarlo en gramos utilizando una balanza digital. (Anexo F).

3.6.2.6. Longitud de mazorcas (cm).

Para cada parcela, se tomaron las mediciones de longitud de las 24 mazorcas seleccionadas correspondientes al área útil de cada unidad experimental, utilizando un flexómetro.

3.6.2.7. Diámetro de mazorcas (cm).

Se usó un calibrador para medir el diámetro en el tercio medio de las 24 mazorcas evaluadas en la variable longitud de mazorcas.

3.6.2.8. Número de hileras de granos.

Se escogieron las mismas mazorcas utilizadas para la evaluación del diámetro de mazorca, para contabilizar el número de hileras de granos presentes en cada mazorca.

3.6.2.9. Costo de tratamientos.

Para la evaluación del costo de los tratamientos primeramente se calcularon los valores a hectáreas y luego se procedió a calcular los costos fijos de labores realizadas y de insumos empleados en la investigación.

3.7. Tratamientos de los datos

Todas las variables evaluadas fueron sometidas a un Análisis de Varianza (ANOVA), y para identificar las diferencias entre tratamientos los datos se asignaron a una prueba de Tukey al 95% de confianza. El análisis estadístico se realizó utilizando el programa Infostat versión 2020 (58).

3.8. Recursos humanos y materiales

3.8.1. Recursos humanos

En la elaboración de la investigación se tuvo como recurso humano al Director y autor del proyecto.

3.8.2. Recursos materiales

Los materiales utilizados fueron cinta métrica, piolas, estacas, balanza, bomba Jacto, Phómetro, flexómetro, espeque, carteles de identificación.

3.8.3. Material vegetal e insumos

En el ensayo se utilizó semilla de maíz Híbrida variedad Trueno. Los insumos utilizados fueron Thiodicarb + Imidacloprid, Glufosinato de Amonio, Metasilicato de sodio, Ácidos orgánicos, Cooper Sulphate Pentahydrate, Abono inicial NPK, Evergreen, Úrea y Muriato.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Identificación de malezas presentes

Una vez realizado el monitoreo y la caracterización de las malezas presentes en la unidad experimental antes de la aplicación de los tratamientos se identificaron las siguientes malezas (Tabla 9):

Tabla 9

Clasificación de la maleza por nombre común, especie, familia botánica y grupo de maleza

Nombre común	Especie	Familia botánica	Grupo de maleza	Presencia de maleza (%)
Paja de burro	<i>Eleusine indica</i>	Poaceae	Gramínea	12 %
Pata de gallina	<i>Echinochloa spp</i>	Poaceae	Gramínea	10 %
Caminadora	<i>Rotboelia exaltata</i>	Poaceae	Gramínea	35 %
Vetilla	<i>Ipomoea spp</i>	Convolvulaceae	Hoja ancha	15 %
Bledo	<i>Amaranthus spp</i>	Amarabthaceae	Hoja ancha	9 %
Piñita	<i>M. nudiflora</i>	Commelinaceae	Hoja ancha	6 %
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae	Hoja ancha	7 %
Coquito	<i>Cyperus rotundus</i>	Cyperaceae	Cyperacea	6 %

Fuente: (60)

Tabla 9: En esta tabla se enumeran diferentes especies de malezas presentes en la unidad experimental, junto con su clasificación por nombre común, especie, familia botánica, grupo de maleza y presencia de maleza en términos de porcentaje. Proporciona información

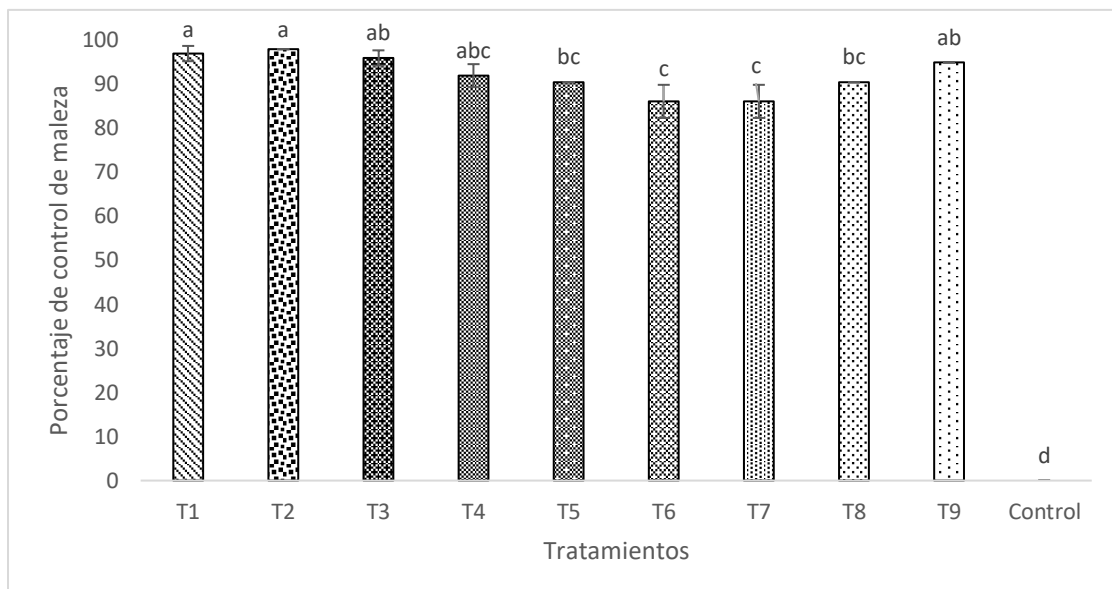
detallada sobre las especies de malezas encontradas antes de la aplicación de los tratamientos.

4.1.2. Control de malezas efectuado por los diferentes tratamientos

La variable del control de maleza y su porcentaje de mortalidad, mostraron diferencias significativas entre los tratamientos con diferentes dosis de Glufosinato de amonio y niveles de pH. Según los resultados presentados en la figura 2, se observa que los tratamientos T1 (300 g i.a /ha + pH 8.5) y T2 (300 g i.a /ha + pH 4.5) demostraron un control efectivo de la maleza, con un promedio de mortalidad de aproximadamente 97.75% y 96.75%, respectivamente. Otros tratamientos, como T3 (300 g i.a /ha + pH 3) y T9 (187.5 g de i.a / ha + pH 3), también mostraron un buen control con un promedio de mortalidad de alrededor del 95.75% y 94.75%. Sin embargo, algunos tratamientos, como T7 (200 g de i.a / ha + pH 8.5) y T6 (250 g de i.a / ha + pH 3), mostraron un control deficiente, con un rango de mortalidad entre el 80% y el 87.5%. El tratamiento control (T10) no mostró efectividad en el control de malezas. El análisis ADEVA correspondiente al control de maleza se presenta en el Anexo G.

Figura 2

Mortalidad de la maleza después de la aplicación de los tratamientos de dosis de Glufosinato de amonio y niveles de pH.



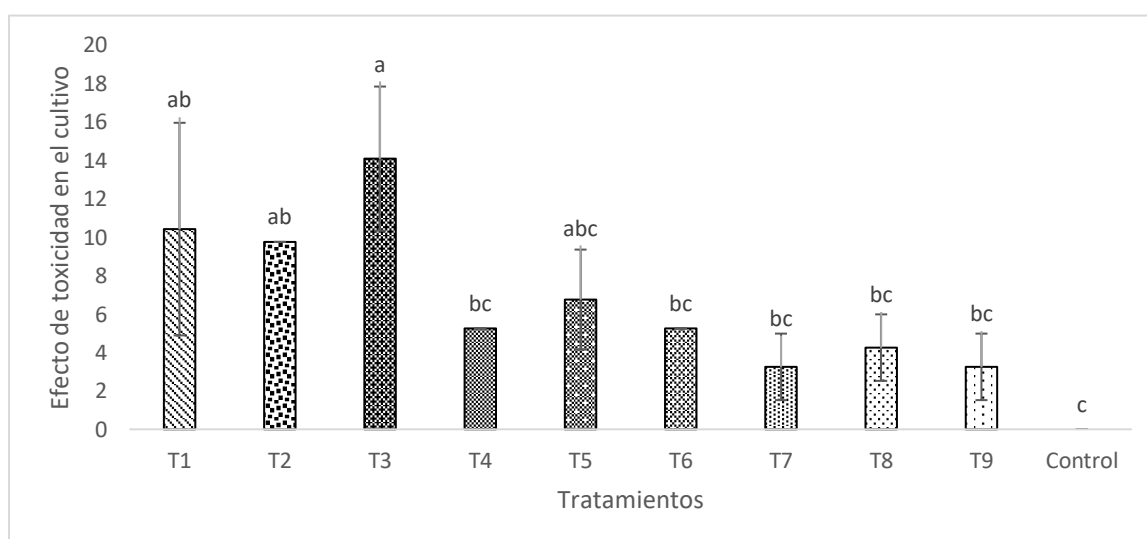
Nota: En la figura 2, se muestran los tratamientos T1 (300 g i.a /ha + pH 8.5), T2 (300 g i.a /ha + pH 4.5), T3 (300 g i.a /ha + pH 3) , T4 (250 g de i.a / ha + pH 8.5), T5 (250 g de i.a / ha + pH 4.5), T6 (250 g de i.a / ha + pH 3), T7 (200 g de i.a / ha + pH 8.5), T8 (200 g de i.a / ha + pH 4.5), T9 (200 g de i.a / ha + pH 3), y el control T10 sin aplicación de tratamiento, referente al porcentaje del control de la maleza. Las barras expresan la media y las letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos.

4.1.3. Efecto de toxicidad en el cultivo

La variable del efecto al cultivo tras el control de maleza, mostraron diferencias significativas entre los tratamientos con diferentes dosis de Glufosinato de amonio y niveles de pH. Según los resultados presentados en la figura 3, se observa que el tratamiento T3 (300 g i.a /ha + pH 3) mostró el mayor porcentaje de afectación en el cultivo, con un promedio del 14.08%. Los tratamientos T1 (300 g i.a /ha + pH 8.5) y T2 (300 g i.a /ha + pH 4.5) también tuvieron cierto efecto en el cultivo, con promedios de afectación del 10.42% y 9.75% respectivamente. Algunos tratamientos mostraron síntomas ligeros o muy ligeros de toxicidad, mientras que otros tuvieron efectos mínimos en el cultivo en comparación con el control. El análisis ADEVA correspondiente a la toxicidad en el cultivo se presenta en el (Anexo H).

Figura 3

Efectos de toxicidad en el cultivo después de la aplicación de los tratamientos de dosis de Glufosinato de amonio y niveles de pH.



Nota: En la figura 3, se muestran los tratamientos T1 (300 g i.a /ha + pH 8.5), T2 (300 g i.a /ha + pH 4.5), T3 (300 g i.a /ha + pH 3) , T4 (250 g de i.a / ha + pH 8.5), T5 (250 g de i.a / ha + pH 4.5), T6 (250 g de i.a / ha

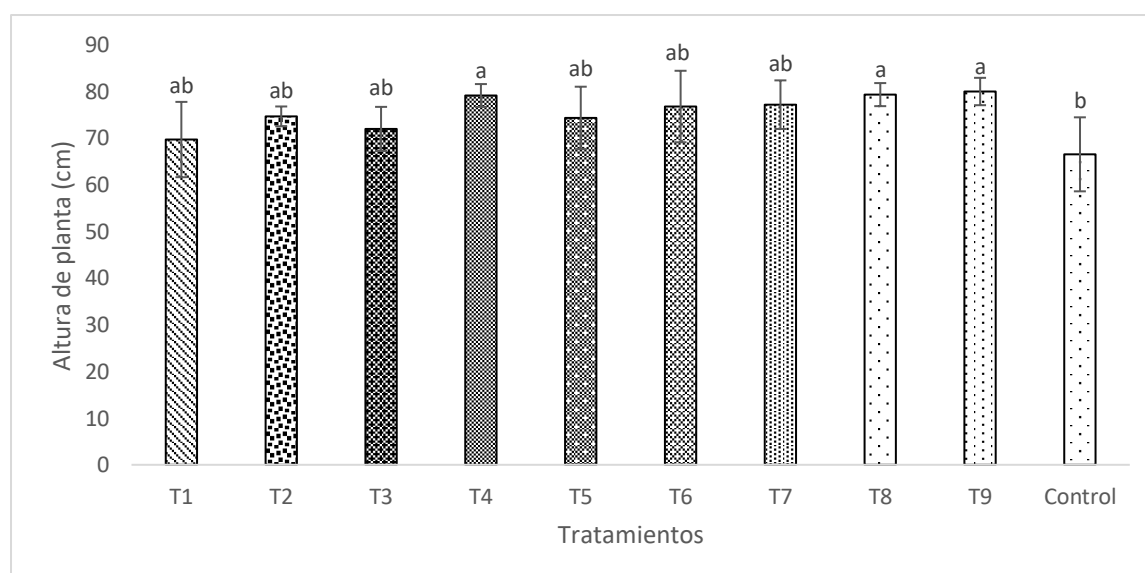
+ pH 3), T7 (200 g de i.a / ha + pH 8.5), T8 (200 g de i.a / ha + pH 4.5), T9 (200 g de i.a / ha + pH 3), y el control sin aplicación de tratamiento, referente al porcentaje de las afectaciones en el cultivo en función de la aplicación de los tratamientos. Las barras expresan la media y las letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos.

4.1.4. Altura de planta (cm)

Los resultados presentados en la figura 4 muestran diferencias significativas en la altura de las plantas de maíz entre los diferentes tratamientos. Los tratamientos T9 (200 g de i.a / ha + pH 3), T8 (200 g de i.a / ha + pH 4.5) y T4 (250 g de i.a / ha + pH 8.5) demostraron una mayor altura promedio con medias de 79.91 cm, 79.25 cm y 79.09 en comparación con otros tratamientos. Por otro lado, los tratamientos T1, T2, T3, T5, T6 y T7 tuvieron alturas promedio más bajas, mientras que el tratamiento control tuvo la altura menor con un valor de 66.46 cm. El análisis ADEVA correspondiente a la altura de planta se presenta en el (Anexo I).

Figura 4

Altura de planta de maíz después de la aplicación de los tratamientos de dosis de Glufosinato de amonio y niveles de pH.



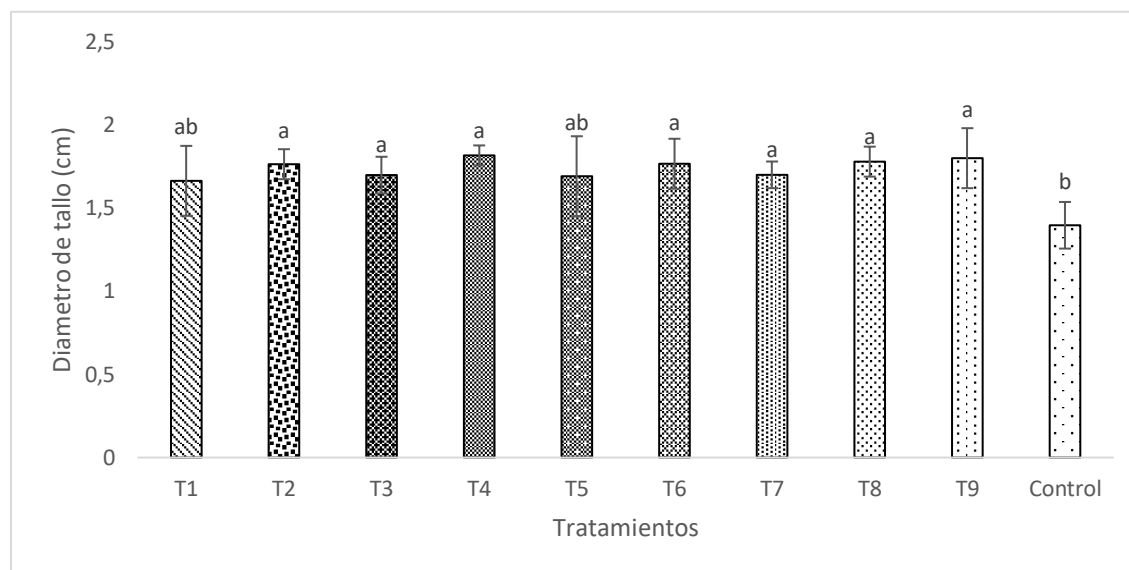
Nota. En la figura 4, se muestran los tratamientos T1 (300 g i.a /ha + pH 8.5), T2 (300 g i.a /ha + pH 4.5), T3 (300 g i.a /ha + pH 3), T4 (250 g de i.a / ha + pH 8.5), T5 (250 g de i.a / ha + pH 4.5), T6 (250 g de i.a / ha + pH 3), T7 (200 g de i.a / ha + pH 8.5), T8 (200 g de i.a / ha + pH 4.5), T9 (200 g de i.a / ha + pH 3), y el control sin aplicación de tratamiento, en cuanto a la altura de plantas (cm). Las barras expresan la media y las letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos

4.1.5. Diámetro de tallo (cm)

La variable del diámetro de tallo de la planta, mostraron diferencias significativas entre los tratamientos con diferentes dosis de Glufosinato de amonio y niveles de pH. Las aplicaciones con el T4, T9, T8, T6, T2, T3 y T7 demostraron una mayor diámetro de tallo de planta con medias de 1.81, cm, 1.80 cm, 1.78 cm, 1.77 cm, 1.76 cm, 1.70 cm y 1.70 cm respectivamente. Los tratamientos T1 (300 g i.a /ha + pH 8.5) y T5 (250 g de i.a / ha + pH 4.5) presentaron medias bajas con promedios de 1.66 y 1.68cm, y el tratamiento control tiene el menor promedio de diámetro de tallo con un promedio de 1.39 cm. Figura 5. El análisis de ADEVA correspondiente al diámetro de tallo se presenta en el (Anexo J).

Figura 5

Diámetro de tallo de la planta de maíz después de la aplicación de los tratamientos de dosis de Glufosinato de amonio y niveles de pH.



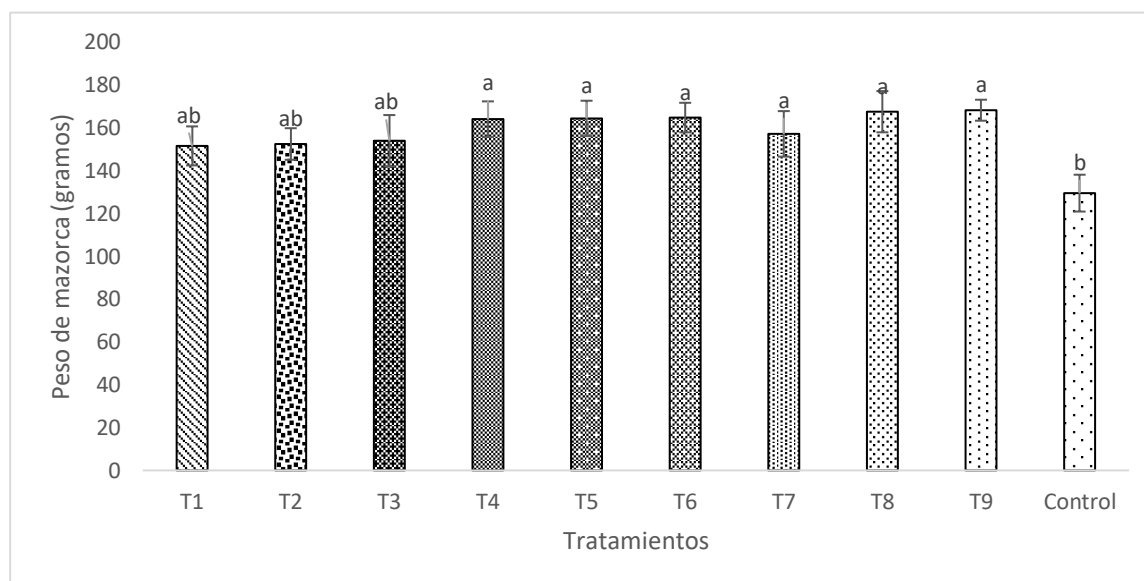
Nota: En la figura 5, se muestran los tratamientos T1 (300 g i.a /ha + pH 8.5), T2 (300 g i.a /ha + pH 4.5), T3 (300 g i.a /ha + pH 3), T4 (250 g de i.a / ha + pH 8.5), T5 (250 g de i.a / ha + pH 4.5), T6 (250 g de i.a / ha + pH 3), T7 (200 g de i.a / ha + pH 8.5), T8 (200 g de i.a / ha + pH 4.5), T9 (200 g de i.a / ha + pH 3), y el control sin aplicación de tratamiento, en cuanto al diámetro de tallo de plantas (cm). Las barras expresan la media y las letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos.

4.1.6. Peso de mazorca (g)

La variable del peso de mazorcas, mostraron diferencias significativas entre los tratamientos con diferentes dosis de Glufosinato de amonio y niveles de pH. Los resultados presentados en la figura 6, demuestran que las aplicaciones con el T9, T8, T6, T5, T4 y T7, presentaron un mayor peso de mazorca con medias de 168.13, 167.45, 164.69, 164.29, 164.0 y 157.10 g. Los tratamientos T1, T2 y T3, que consistieron en aplicaciones de 300 g de ingrediente activo de GA con niveles de pH (8.5, 4.5 y 3), mostraron medias bajas en cuanto al peso promedio de las mazorcas, con medias de 151.47 g, 152.36 g y 153.88 g respectivamente. El tratamiento control tiene el menor promedio del peso de mazorca con un valor de 139 g. El análisis de ADEVA correspondiente al peso de mazorcas se presenta en el (Anexo K).

Figura 6

Peso de mazorca en gramos después de la aplicación de los tratamientos de dosis de Glufosinato de amonio y niveles de pH.



Nota: En la figura 6, se muestran los tratamientos T1 (300 g i.a /ha + pH 8.5), T2 (300 g i.a /ha + pH 4.5), T3 (300 g i.a /ha + pH 3), T4 (250 g de i.a / ha + pH 8.5), T5 (250 g de i.a / ha + pH 4.5), T6 (250 g de i.a / ha + pH 3), T7 (200 g de i.a / ha + pH 8.5), T8 (200 g de i.a / ha + pH 4.5), T9 (200 g de i.a / ha + pH 3), y el control sin aplicación de tratamiento, referente al peso de mazorca. Las barras expresan la media y las letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos.

4.1.7. Longitud de mazorca (cm)

La variable de la longitud de mazorcas, no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos con diferentes dosis de Glufosinato de amonio y niveles de pH. Las medias de los tratamientos oscilan entre 17.43 y 19.31cm respectivamente. El análisis de ADEVA correspondiente a la longitud de mazorcas se presenta en el (Anexo L).

4.1.8. Diámetro de mazorca (cm)

La variable del diámetro de mazorcas, no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos con diferentes dosis de Glufosinato de amonio y niveles de pH. Las medias de los tratamientos oscilan entre 3.98 y 4.20 cm respectivamente. El análisis de ADEVA correspondiente al diámetro de mazorcas se presenta en el (Anexo M).

4.1.9. Número de hileras de mazorca

La variable del número de hileras de mazorcas, no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos con diferentes dosis de Glufosinato de amonio y niveles de pH. Las medias de los tratamientos oscilan entre 14 y 15 hileras. El análisis de ADEVA correspondiente al número de hileras se presenta en el (Anexo N).

4.1.10. Costo de tratamientos

Los valores del costo de las labores e insumos empleados en cada uno de los tratamientos de la presente investigación, se muestran en la tabla 10.

Tabla 10

Costo de tratamientos en el ensayo / hectárea

Labores	Cantidad	Unidad	Valor Unidad	Total de ensayo	TRATAMIENTOS									
					T1 DA / alcalino (300 g i.a /ha + pH 8.5)	T2 DA / intermedia (300g i.a /ha + pH 4.5)	T3 DA / ácido (300g i.a /ha + pH 3)	T4 DM / alcalino (250 de i.a / ha + pH 8.5)	T5 DM / intermedio (250 g de i.a / ha + pH 4.5)	T6 DM / ácido (250 g de i.a / ha + pH 3)	T7 DB / alcalino (200 g de i.a / ha + pH 8.5)	T8 DB / intermedio (200 g de i.a / ha + pH 4.5)	T9 DB / ácido (200 g de i.a / ha + pH 3)	T10 Control (sin aplicación de Herbicida)
Preparación del suelo														
Pase de rastra	2	Pases	\$ 10,00	\$ 20,00	\$ 2,00	\$ 2,00	\$ 2,00	\$ 2,00	\$ 2,00	\$ 2,00	\$ 2,00	\$ 2,00	\$ 2,00	\$ 2,00
Siembra														
Semilla	2	Lb	\$ 3,50	\$ 7,00	\$ 0,70	\$ 0,70	\$ 0,70	\$ 0,70	\$ 0,70	\$ 0,70	\$ 0,70	\$ 0,70	\$ 0,70	\$ 0,70
Thiodicarb + Imidacloprid	1	ml	\$ 6,50	\$ 6,50	\$ 0,20	\$ 0,20	\$ 0,20	\$ 0,20	\$ 0,20	\$ 0,20	\$ 0,20	\$ 0,20	\$ 0,20	\$ 0,20
Mano de obra	1	Jornal	\$ 15,00		\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50
Aplicación de tratamientos														
Herbicida Glufosinato de amonio	2	ml			\$ 0,54	\$ 0,54	\$ 0,54	\$ 0,46	\$ 0,46	\$ 0,46	\$ 0,36	\$ 0,36	\$ 0,36	\$ -
Metasilicato de sodio	1	Lb	\$ 2,00	\$ 2,00	\$ 0,20	\$ 0,20	\$ 0,20	\$ 0,20	\$ 0,20	\$ 0,20	\$ 0,20	\$ 0,20	\$ 0,20	\$ 0,20
Acidos organicos	1	ml	\$ 4,75	\$ 4,75	\$ 0,47	\$ 0,47	\$ 0,47	\$ 0,47	\$ 0,47	\$ 0,47	\$ 0,47	\$ 0,47	\$ 0,47	\$ 0,47
Mano de obra	1	Jornal	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50
Insecticidas														
Profenofos	1	ml	\$ 9,00	\$ 9,00	\$ 0,41	\$ 0,41	\$ 0,41	\$ 0,41	\$ 0,41	\$ 0,41	\$ 0,41	\$ 0,41	\$ 0,41	\$ 0,41
Mano de obra	1	Jornal	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50
Funguicida														
Cooper Sulphate Pentahydrate	1	ml	\$ 8,50	\$ 8,50	\$ 0,85	\$ 0,85	\$ 0,85	\$ 0,85	\$ 0,85	\$ 0,85	\$ 0,85	\$ 0,85	\$ 0,85	\$ 0,85
Mano de obra	1	Jornal	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50
Fertilización 1														
Abono inicial	10	Lb	\$ 0,50	\$ 5,00	\$ 0,65	\$ 0,65	\$ 0,65	\$ 0,65	\$ 0,65	\$ 0,65	\$ 0,65	\$ 0,65	\$ 0,65	\$ 0,65
Evergreen	1	ml	\$ 9,75	\$ 9,75	\$ 0,97	\$ 0,97	\$ 0,97	\$ 0,97	\$ 0,97	\$ 0,97	\$ 0,97	\$ 0,97	\$ 0,97	\$ 0,97
Mano de obra	1	Jornal	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50
Fertilización 2														
Urea + Muriato	20	Kg	\$ 0,50	\$ 10,00	\$ 1,00	\$ 1,00	\$ 1,00	\$ 1,00	\$ 1,00	\$ 1,00	\$ 1,00	\$ 1,00	\$ 1,00	\$ 1,00
Evergreen	1	ml	\$ 9,75	\$ 9,75	\$ 0,97	\$ 0,97	\$ 0,97	\$ 0,97	\$ 0,97	\$ 0,97	\$ 0,97	\$ 0,97	\$ 0,97	\$ 0,97
Mano de obra	1	Jornal	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50
Fertilización 3														
Urea	20	Lb	\$ 0,50	\$ 10,00	\$ 1,00	\$ 1,00	\$ 1,00	\$ 1,00	\$ 1,00	\$ 1,00	\$ 1,00	\$ 1,00	\$ 1,00	\$ 1,00
Mano de obra	1	Jornal	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50	\$ 1,50
Total de Ensayo					\$ 20,46	\$ 20,46	\$ 20,46	\$ 20,38	\$ 20,38	\$ 20,38	\$ 20,28	\$ 20,28	\$ 20,28	\$ 19,92
Total hectárea					\$ 374,73	\$ 374,73	\$ 374,73	\$ 373,26	\$ 373,26	\$ 373,26	\$ 371,43	\$ 371,43	\$ 371,43	\$ 364,84

4.2. Discusión

En esta investigación se evaluó el efecto de diferentes concentraciones de Glufosinato de Amonio y niveles de pH en el control de malezas y su impacto en el cultivo de maíz. Los resultados obtenidos indicaron que la aplicación de 300 g de ingrediente activo por hectárea, junto con un pH de 4.5, proporcionó el mayor control y mortalidad de las malezas. Sin embargo, se observó un mayor daño al cultivo de maíz cuando se utilizó un pH de 3. Por otro lado, se mencionan estudios contradictorios en relación al pH del agua. Por ejemplo, el uso de Fluazifop-p-butil a dosis de 210 y 160 g de ingrediente activo por hectárea mostró una reducción en el control de malezas al utilizar agua con un pH de 8.5. Además, el uso de Bentazon demostró un control inferior de malezas cuando el pH del agua fue de 4.5 y 8.5.

En otra investigación realizada por Pérez et al. (54), se determinó que el herbicida Bensulide causó el menor daño al cultivo de maíz, seguido por Rimsulfurón y Trifluralina. Por otro lado, Pendimetalina causó una mayor fitotoxicidad, seguido por Prometrina y Flufenacet. En cuanto a Rimsulfurón, mostró el mejor control de malezas, pero no se mencionó el factor del pH del agua en este estudio.

Estos resultados son consistentes con los hallazgos de García *et al.* (61), quienes indicaron que el pH del agua tiene influencia en la eficacia del herbicida Glifosato para el control de la maleza *Brachiaria extensa* Chase. Según su estudio, los mejores resultados de control se obtuvieron con un pH del agua de 4, 5 y 6. Estos resultados respaldan los hallazgos de la investigación en cuanto a la importancia del pH en la eficacia del Glufosinato de Amonio.

En relación a la mezcla de Paraquat con Diuron, García *et al.* (61), encontraron que esta combinación logra controlar la maleza *Brachiaria extensa* Chase a un pH de 7. Además, observaron que *Cynodon dactilo* presentó control efectivo en un pH de 8 en comparación con un pH neutro (pH 7). Sin embargo, a medida que el pH aumenta hasta 9, la efectividad del control mejoró aún más, sin importar la dosis utilizada. Estos resultados respaldan la influencia del pH en el control de diferentes especies de malezas. En cuanto al herbicida 2,4-D Sal de Amina en dicotiledóneas, se encontró que su efectividad fue óptima a un pH neutro. Estos estudios son consistentes con los resultados obtenidos en la investigación, que demostraron la influencia del pH y la dosis del ingrediente activo en la efectividad en el control de malezas.

La información proporcionada por Green *et al.* (62), indica que el pH del agua en el cual se mezclan los herbicidas puede afectar su actividad, solubilidad y capacidad de penetración a través de la cutícula de las plantas. En general, se observa que en agua con pH ácido a ligeramente ácido (4 a 6.5), las moléculas de los herbicidas atraviesan las membranas con mayor facilidad, lo que aumenta su eficacia. Sin embargo, en el caso específico del herbicida Glifosato, existen resultados contradictorios. Algunos estudios, como los realizados, no encontraron efecto del pH de la solución aplicada en la eficacia del Glifosato cuando se utilizó una misma dosis, lo que sugiere que el pH del agua puede no ser un factor determinante en la efectividad de este herbicida en esas especies de malezas.

No obstante, se ha observado que cuando se utilizan aguas con iones de calcio y se reduce el pH de 8 a 6, se disminuyen los efectos antagónicos entre el Calcio y el Glifosato, lo que resulta en un incremento en la actividad del herbicida. Estos hallazgos indican que la interacción entre el pH del agua y otros factores, como la presencia de iones específicos, puede influir en la eficacia del Glifosato. Por lo tanto, es necesario considerar otros factores, además del pH, para comprender completamente la influencia del pH en la actividad de los herbicidas.

En el cultivo de banano, se han realizado investigaciones que demuestran el control de malezas utilizando diferentes herbicidas. En un estudio realizado por Rodríguez (56), se encontró que la dosis de 2.5 L/ha-1 del herbicida Glufosinato de Amonio 150 g/L, proporcionó un mayor control de malezas. En este caso, se evidenció el efecto nocivo del GA sobre las malezas.

En otro estudio ejecutado por Vele (55), se utilizó el herbicida Atrazina en el cultivo de maíz. Los resultados mostraron una baja supervivencia de malezas y mejoras en las características de las mazorcas. Las aplicaciones de GA a una dosis de 200 g de ingrediente activo por hectárea con un pH de 3, resultaron en una mayor altura de planta y peso de la mazorca. Por otro lado, la aplicación de 250 g de ingrediente activo por hectárea con un pH de 8.5 resultó en un mayor diámetro del tallo de la planta. Estos resultados indican que diferentes herbicidas y sus concentraciones pueden tener efectos variables en el control de malezas y en las características en variación del cultivo.

La eficacia de un herbicida puede variar entre diferentes especies de malezas. Estudios como el de Puricelli *et al.* (49), han demostrado que una dosis determinada de un herbicida puede ser efectiva para controlar una especie de maleza, pero no ser igualmente eficaz para otras especies. Es fundamental realizar estudios específicos para comprender cómo estos factores influyen en la eficacia de los herbicidas en las diferentes especies de malezas.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Las aplicaciones con 200 g de i.a / ha + pH 3 y 200 g de i.a / ha + pH 8.5 brindan un buen control en la mortalidad de la maleza que oscilan entre el 85, 92% y 97,5 %, teniendo estos un menor índice de fitotoxicidad en el cultivo del 3,25%. El empleo de dosis alta y media presentan controles relativamente considerables, pero a medida que se eleva la dosificación del ingrediente activo se afecta el desarrollo y crecimiento del cultivo de maíz.
- Las variables de respuestas del cultivo de maíz ante la influencia del glufosinato de amonio y diferentes niveles del pH de agua no tienen mayores diferencias en su totalidad. Sin embargo, al aplicar 200 g de i.a / ha + pH 3, 200 g de i.a / ha + pH 4.5, demostraron una mayor altura de planta, así mismo las aplicaciones con el 250 g de i.a / ha + pH 8.5, 200 g de i.a / ha + pH 3, 200 g de i.a / ha + pH 4.5, 250 g de i.a / ha + pH 3 y mayor peso de mazorca. El diámetro, longitud y número de hileras de mazorcas presentaron semejanzas en los tratamientos empleados siendo 200 g de i.a / ha + pH 3 de mayor relevancia.
- El costo de los tratamientos utilizados en el control de malezas en el cultivo de maíz se vio afectado por la cantidad de ingrediente activo de Glufosinato de Amonio (GA) aplicado. Se encontró que al utilizar una dosis de 200 g de ingrediente activo por hectárea (g i.a/ha), se obtuvo un mayor control de las malezas y se redujeron las afectaciones al cultivo. Esta dosis resultó en un menor costo por tratamiento, lo que indica una eficiencia en el uso del herbicida.

5.2. Recomendaciones

- Mejorar la calidad de agua con correctores de pH con el objetivo de obtener mayor eficiencia de GA en concentraciones bajas, mismas que generarían un menor costo de aplicación.
- Realizar mezclas del GA con herbicidas de afinidad de otras familias químicas para encontrar una mayor eficacia de control de las distintas especies de malezas asociadas al cultivo de maíz.
- Determinar qué especies de malezas llegan a tener un mejor control con los diferentes tipos de tratamientos utilizados en el presente ensayo.
- Evaluar tipos de herbicidas comunes empleados para el control de malezas en el cultivo de maíz, con diferentes pH del agua, y así determinar si aumentan o disminuyen su potencialidad.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

1. FIRA. Panorama agroalimentario: Dirección de investigación y evaluación económica sectorial. Maíz México: FIRA - Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura; 2016.
2. INEC. Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua, ESPAC-2016 Quito: INEC - Instituto Nacional de Estadística y Censos; 2016.
3. Intagri. Manejo de Herbicidas en Maíz; 2019. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/cereales/manejo-de-herbicidas-en-maiz>.
4. IAUSA. Manejo y control de maleza en maíz.; 2016. Disponible en: <https://iausa.com.mx/post-with-gallery/>.
5. Castro J, Molina J, Cruz J. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa.;2010.Disponible.en: <http://www.agrosintesis.com/component/content/article/49-front-page/610-manejo-y-control-de-malezas-en-maiz>.
6. DROKASA. Influencia del pH del agua en la eficacia de los herbicidas Peru: www.drokasa.com; 2017.
7. SIGMA. Glufosinato de amonio; 2020. Disponible en: <http://sigma-agro.com/wp-content/uploads/2019/01/Glufosinato-de-Amonio-ficha-tecnica.pdf>.
8. Green J, Hale T. Increase and decrease the pH to improve the biological activity of nicosulfuron. weed technology. 2005; 19: p. 468-475.
9. Liu Z. The lower pH of the formulation does not improve the absorption of Bentazone in the foliage of the plant. Plant Protection Chemistry. 2002;; p. 6.
10. Sterling T, Balke N, Silverman D. Uptake and accumulation of the herbicide Bentazon by cultured plant cells. Plant Physiology. 1990; 92(4): p. 1121-1127.
11. Rosales E. Clasificación y uso de los herbicidas por su modo de acción. En.: INIFAP. Campo Experimental Río Bravo, Tamaulipas; 2009.
12. Fernandez A. Manejo Integrado de malezas. En. Bahía Blanca, Argentina.: Centro de Recursos Naturales Renovables de la Zona Semiárida y Departamento de Ciencias Agrarias; 2008.
13. Rivas M. Potencial de Hidrógeno pH. En. Colombia: Equipos y Laboratorio ; 2018.

14. Seratos J. El origen y la diversidad del maíz en el continente americano. En. México: UACM; 2009.
15. Hernández J. Situación del cultivo de maíz en Ecuador: investigación y desarrollo de tecnologías en el Iniap Mosquera, Colombia: XXII Reunión Latinoamericana del Maíz y IV Congreso de Semillas; 2019.
16. Romero J. Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) utilizando cuatro híbridos. En.; 2020. p. vol.7 no.2.
17. Paliwal R. Origen, evolución y difusión del maíz; 2010. Disponible en: <https://www.fao.org/3/x7650s/x7650s03.htm>.
18. Izquierdo R. Evaluación del cultivo de maíz (*Zea mays*) como complemento a la alimentación de bovinos de leche en épocas de escasez de alimento. En. Cayambe: UPSSQ; 2012.
19. Cabrerizo C. El maíz en la alimentación Humana. Infoagro.com. Disponible en: <http://www.infoagro.com>.
20. InfoAgro. El cultivo de maíz (1ª parte). ; 2022. Disponible en: <https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>.
21. Sánchez I. Maíz I (*Zea mays*) Madrid: Reduca (Biología). Serie Botánica: Universidad Complutense de Madrid. ; 2014.
22. Guacho F. Caracterización agro-morfológica del maíz (*Zea mays* L.) De la localidad San José de Chazo Chimborazo: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2014.
23. Delgado J. Evaluación agronómica, morfológica y aptitud harinera de variedades tradicionales de maíz (*Zea mays* L.) La Laguna: Universidad de la Laguna: Escuela Politécnica Superior de Ingeniería; 2018.
24. Basante E. Manejo del Cultivo de Maíz; 2017. Disponible en: <https://elproductor.com/2017/01/manejo-del-cultivo-de-maiz/#:~:text=La%20fisiolog%C3%ADa%20del%20cultivo%20depende,altas%20provoan%20una%20maduraci%C3%B3n%20temprana>.
25. Bonilla N. Variedades e híbridos de maíz: Características y recomendaciones para su manejo agronómico Carrillo, Guanacaste: Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA); 2019.
26. Deras H. Guía Técnica del cultivo de maíz: Programa Granos Básicos. En.: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura; 2011.

27. TLCAN. Boletín La Imagen Agropecuaria. En.: Fundación Hogares juveniles campesinos; 2008.
28. INIAP. Manejo integrado del cultivo de maíz de altura Quito: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP; 2016.
29. Ortigoza J, López A, González D. Guía técnica cultivo de maíz San Lorenzo, Paraguay: Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA); 2019.
30. Jara W. Manejo integrado del cultivo y de las plagas de maíz. 1st ed. Cusco: Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA.; 2014.
31. Fuentes R. El cultivo de maíz en Guatemala: Una guía para su manejo agronómico Guatemala: Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícola ICTA; 2002.
32. Mortimer M. La clasificación y ecología de las malezas. En.: Academic Press; 2015. p. pp 143-155.
33. Holguín K. Control de malezas en postemergencia en cultivo de maíz dulce (*Zea mays*) utilizando un herbicida orgánico. En.: Universidad Agrarias del Ecuador; 2021.
34. Vanegas F, Muñoz R. Malezas Tropicales del litoral ecuatoriano. En.: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP); 2008.
35. Hernández S. La verdolaga, (*Portulaca oleracea*), una maleza de alto valor: Herbario CICY, Unidad de Recursos Naturales. En.: Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY).; 2011.
36. Rosales. Manejo Integrado de Malezas. Curso Teórico-Práctico sobre Manejo Integrado de Malezas. En.: Intagri. Gto., México; 2017.
37. Linn Z. *Amaranth spinosus*. In.: Plantwise is a global initiative led by CABI. Department of Agronomy, Yezin Agricultural University; 2016.
38. CABI. *Rottboellia cochinchinensis* (familia de las gramíneas). En.: CAB International. Published under a CC-BY-SA 4.0 licence; 2016.
39. González S. Método de Evaluación Rápida de Invasividad (MERI) para especies exóticas. En.: CONABIO; 2017. p. 17(1):69-71.
40. Villegas M. Compendio de especies de flora nativa de uso tradicional o potencial en el área de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia. En.; 2012.
41. Moody K. Manejo de malezas en cereales. En.: Conferencia Anual de la Sociedad India de Ciencias de Malezas; 2010. p. 51-53.

42. Álvaro A. Herbicidas: Modos y mecanismos de acción en plantas. 2008 th ed. Alvarado" FEDLUC", editor: Fondo Editorial de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado"; 2008.
43. García L. Fundamentos sobre Malas Hierbas y Herbicidas. En.: MundiPrensa. Madrid (España). 349 pp.; 2011.
44. Puertas I, Carbonari C, Domingues E, Ferreira J, Tropaldi L, Larissa G. Velocidad de absorción del glufosinato y sus efectos en malezas y algodón. *Agrociencia*. 2016; 50(2): p. 239-249.
45. Álvarez M. Ficha técnica de Glufosinato de amonio Colombia: DVA de Colombia; 2020.
46. Davis B, Scott R, Norworthy J. Response of wheat (*Triticum aestivum*) to low doses of glyphosate and glufosinate. *Crop Prot*. 2013; 54: p. 181-184.
47. Chompoo J, Pornprom T. RT-PCR Based on the detection of resistance conferred by an insensitive GS in maize cell lines resistant to Glufosinate: Biochem anesticide; 2008.
48. Quiñones A, Kaspary T. Calidad del agua para la aplicación de herbicidas: National Institute of Agricultural Research of Uruguay; 2021.
49. Puricelli E, Faccini D. Efecto de la dosis de Glifosato sobre la biomasa de malezas de barbecho al estado vegetativo y reproductivo. *Planta Daninha*. 2009; 27: p. 303-307.
50. Tharp C, Sigler A. Pesticide performance and water quality. Montana: State of Montana. University Extensión; 2013.
51. Aapresid.Aapresid.com.2012..Disponible.En:
<https://www.aapresid.org.ar/blog/calidad-de-agua-para-pulverizaciones/>.
52. Gómez V, Pitty A, Miselem J. Efecto del pH del agua en la efectividad de los herbicidas Glifosato, Fluazifop-p-butil y Bentazon. *Ceiba*. 2006; 47(1-2): p. 19-23.
53. Sánchez. Efectividad del Nicosulfuron al cambiar el pH del agua. En. Zaorano, Honduras; 2011.
54. Pérez L, Castañeda C, Ramos M, Tafoya J. Control químico preemergente de la maleza en tomate de cáscara. *Interciencia*. 2014; 39(6): p. 422-427.
55. Vele W. Efecto de herbicidas selectivos en el cultivo de Zea mays L. Var. Marginal en Satipo Satipo: Universidad Nacional del Centro del Perú; 2019.
56. Rodríguez P. Niveles de Glufosinato de amonio en el control de malezas en el cultivo de banano (Musa AAA) Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2012.

57. INIAP. Estación Meteorológica Pichilingue; 2018.
58. Infostat. InfoStat Software estadístico; 2020. Disponible en: <https://www.infostat.com.ar/>.
59. Jacto. Jacto Jef: Distribución uniforme en todo la extencion del chorro. Disponible en: https://s3.amazonaws.com/1jacto.com.br/files/product_files_0_es_ES_1500899177_Folheto_Jacto_JEF_ESP__930001855.pdf.
60. Santillan M. Manual de malezas presentes en cultivos de importancia económica del Ecuador. Quito - Ecuador: Agrocalidad; 2017. Disponible en: <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/manuales/Lab-Manual-Identificacion-Taxonomico-Malezas-Cultivos-Importancia-Economica-Ecuador.pdf>.
61. García I, Sánchez M. Influencia del ph del agua sobre la efectividad de varios herbicidas utilizados en caña de azúcar. Fitosanidad. 2005; 9(3).
62. Green J, Cahill R. Improvement of the biological activity of Nicosulfuron with a pH adjuster. Weed Technol. 2003; 17: p. 338-345.
63. Valensuela W, Fornarolli D, Ribeiro C, Bandeira S. Influência de diferentes valores de pH da água na eficácia do glifosato em espécies perenes. En: XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas Ribeirão Preto, SP, Brasil; 2010 p. 3610-3614.

CAPÍTULO VII
ANEXOS

7.1. Anexos

Anexo A. Croquis de la distribución de las parcelas en el terreno de la investigación.

B1	B2	B3
T1	T10	T8
T3	T6	T6
T2	T4	T10
T4	T8	T5
T7	T5	T9
T9	T3	T7
T5	T9	T4
T10	T1	T2
T6	T7	T3
T8	T2	T1

Anexo B. Ajuste del pH del agua. Preparación de tratamientos



Anexo C. Aplicación del fertilizante foliar



Anexo D. Toma de datos de la mortalidad de maleza y efectos en el cultivo



Anexo E. Cultivo de maíz establecido



Anexo F. Toma de datos de variables productivas evaluadas



Anexo G. Análisis de la Varianza Control de maleza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Control de malezas	30	1	0,99	2,47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	23390,72	11	2126,43	505,51	<0,0001
Tratamiento	23384,6	9	2598,29	617,69	<0,0001
Bloque	6,12	2	3,06	0,73	0,497
Error	75,72	18	4,21		
Total	23466,44	29			

Anexo H. Análisis de la Varianza Efecto de toxicidad en el cultivo

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Efecto en el cultivo	30	0,79	0,67	41,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	463,79	11	42,16	6,33	0,0003
Tratamiento	462,84	9	51,43	7,72	0,0001
Bloque	0,95	2	0,47	0,07	0,9314
Error	119,88	18	6,66		
Total	583,67	29			

Anexo I. Análisis de la Varianza Altura de planta

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Altura de planta	30	0,75	0,6	5,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	857,31	11	77,94	4,89	0,0015
Tratamiento	533,58	9	59,29	3,72	0,0085
Bloque	323,73	2	161,87	10,16	0,0011
Error	286,88	18	15,94		
Total	1144,19	29			

Anexo J. Análisis de la Varianza Diámetro de tallo de la planta

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Diámetro de Tallo	30	0,78	0,64	5,95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,65	11	0,06	5,74	0,0006
Tratamiento	0,4	9	0,04	4,3	0,0041
Bloque	0,25	2	0,13	12,2	0,0004
Error	0,19	18	0,01		
Total	0,83	29			

Anexo K. Análisis de la Varianza Peso de mazorca

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Peso de mazorca	30	0,72	0,54	5,75

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3709,76	11	337,25	4,12	0,004
Tratamiento	3646,19	9	405,13	4,95	0,0019
Bloque	63,57	2	31,79	0,39	0,6839
Error	1474,38	18	81,91		
Total	5184,14	29			

Anexo L. Análisis de la Varianza Longitud de mazorca

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Longitud de mazorca	30	0,46	0,12	4,01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8,25	11	0,75	1,37	0,267
Tratamiento	8,09	9	0,9	1,64	0,1769
Bloque	0,16	2	0,08	0,15	0,8659
Error	9,85	18	0,55		
Total	18,09	29			

Anexo M. Análisis de la Varianza Diámetro de mazorca

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro de mazorca	30	0,54	0,25	2,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,23	11	0,02	1,89	0,1107
Tratamiento	0,23	9	0,03	2,29	0,0645
Bloque	2,40E-03	2	1,20E-03	0,11	0,8952
Error	0,2	18	0,01		
Total	0,43	29			

Anexo N. Análisis de la Varianza Número de hilera por mazorca

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de hilera de mazorca.	30	0,4	0,03	3,23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,77	11	0,25	1,08	0,4284
Tratamiento	2,3	9	0,26	1,1	0,4129
Bloque	0,47	2	0,23	1	0,3874
Error	4,2	18	0,23		
Total	6,97	29			