



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y  
VETERINARIA**  
**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente Práctico del Examen de Carácter Complexivo, presentado  
al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo a la  
obtención del título de:

**INGENIERA AGRÓNOMA**

**TEMA:**

Herbicidas coformulados sobre el control de malezas en el cultivo de  
maíz (*Zea Mays*).

**AUTORA:**

Mercedes Gabriela Gómez Valero.

**TUTOR:**

Ing. Agr. Dalton Cadena Piedrahita, Ph.D.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2024

## RESUMEN

El presente documento trata sobre la importancia de ellos herbicidas coformulados sobre el control de malezas en el cultivo de maíz (*Zea Mays*). Las conclusiones determinaron que las malezas en el cultivo de maíz representan un desafío recurrente en la mayoría de las áreas de tierra cultivable. Al igual que los cultivos, han surgido como resultados no deseados de procesos de selección humana, en los que ahora ciertas especies prevalecen sobre los cultivos y provocan importantes pérdidas económicas. A nivel global, se estima que existe una diversidad de aproximadamente ocho mil especies de plantas no deseadas, y de todos los daños provocados por organismos perjudiciales en la agricultura, las malezas contribuyen con el 13 %. Los herbicidas eliminan las malas hierbas alterando los procesos bioquímicos, como la fotosíntesis, que ocurren en el simplasto o sistema vivo de la planta. Los herbicidas poseen la capacidad de perturbar los ecosistemas del suelo a través de su influencia directa e indirecta en diversos elementos de la microbiota edáfica, como organismos fitopatógenos, antagonistas, micorrizas y las comunidades microbianas. Los herbicidas pueden influir en diversos aspectos fisiológicos de las plantas malas hierbas, tales como el control del crecimiento, la supresión de la división celular, la reducción de la actividad respiratoria y fotosintética, así como la interferencia en procesos metabólicos complejos. Es crucial reconocer las malezas problemáticas en el cultivo de maíz, seleccionar herbicidas y dosis apropiadas, utilizar agua de alta calidad, aplicar adyuvantes cuando sea necesario para mejorar la eficacia, calibrar el equipo de aspersión, asegurar un contacto adecuado con la maleza en dosis suficientes y facilitar la penetración en la planta. Dentro del análisis económico de los cultivos, se ha evidenciado los beneficios netos positivos, particularmente en el uso de herbicidas coformulados. Estos beneficios se vieron notablemente influenciados por los resultados del control de malezas, ya que las malezas representan una barrera importante para la producción agrícola mundial. Las malezas son plantas que, bajo ciertas condiciones, causan daños económicos y sociales a los agricultores.

Palabras claves: malezas, herbicidas, cultivo, producción.

## SUMMARY

This document deals with the importance of co-formulated herbicides on weed control in corn (*Zea Mays*) cultivation. The conclusions determined that weeds in corn cultivation represent a recurring challenge in most areas of arable land. Like crops, they have emerged as unintended results of human selection processes, in which certain species now prevail over crops and cause significant economic losses. Globally, it is estimated that there is a diversity of approximately eight thousand species of unwanted plants, and of all the damage caused by harmful organisms in agriculture, weeds contribute 13%. Herbicides eliminate weeds by altering biochemical processes, such as photosynthesis, that occur in the symplast or living system of the plant. Herbicides have the ability to disturb soil ecosystems through their direct and indirect influence on various elements of the soil microbiota, such as phytopathogenic organisms, antagonists, mycorrhizae and microbial communities. Herbicides can influence various physiological aspects of weed plants, such as growth control, suppression of cell division, reduction of respiratory and photosynthetic activity, as well as interference in complex metabolic processes. It is crucial to recognize problem weeds in corn cultivation, select appropriate herbicides and doses, use high quality water, apply adjuvants when necessary to improve effectiveness, calibrate spray equipment, ensure adequate contact with the weed at sufficient doses and facilitate penetration into the plant. Within the economic analysis of the cultivars, positive net benefits have been evident, particularly in the use of co-formulated herbicides. These benefits were notably influenced by weed control results, as weeds represent a major barrier to global agricultural production. Weeds are plants that, under certain conditions, cause economic and social damage to farmers.

Keywords: weeds, herbicides, cultivation, production.

# CONTENIDO

RESUMEN .....	II
SUMMARY .....	III
1. CONTEXTUALIZACIÓN .....	1
1.1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	3
1.4. OBJETIVOS .....	3
1.4.1. Objetivo general .....	3
1.4.2. Objetivos específicos .....	3
1.5. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN .....	4
2. DESARROLLO .....	5
2.1. MARCO CONCEPTUAL .....	5
2.1.1. Generalidades del cultivo de maíz .....	5
2.1.2. Incidencia de las malezas .....	6
2.1.3. Efectos de los herbicidas .....	14
2.1.4. Herbicidas coformulados .....	17
2.2. MARCO METODOLÓGICO .....	19
2.3. RESULTADOS .....	19
2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	20
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	22
3.1. CONCLUSIONES .....	22
3.2. RECOMENDACIONES .....	23
4. REFERENCIAS Y ANEXOS .....	24
4.1. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	24
4.2. ANEXOS .....	29

# 1. CONTEXTUALIZACIÓN

## 1.1. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*) es un cultivo muy importante en el Ecuador ya que juega un papel muy relevante en la seguridad y soberanía alimentaria de la población ecuatoriana, siendo producido en un mayor porcentaje por los pequeños agricultores del país; caracterizándose por ser un alimento nutritivo, rico en proteínas y carbohidratos con un 3.41 g y 20.98 g, además de minerales, calcio, fósforo, vitamina C y complejo B, componentes necesarios para una correcta alimentación de la población (Mosquera 2023).

El cambio climático con sus efectos en la producción y productividad agrícola, especialmente con lo relacionado a las modificaciones de los regímenes de lluvia, la sequía, el exceso de humedad y la redistribución geográfica de insectos plaga y enfermedades, incluidas las malezas, son aspectos que generan nuevos retos en la generación y desarrollo de nuevas técnicas para la producción de maíz, debido a que se requieren tecnologías que incrementen el rendimiento y adaptabilidad a múltiples ambientes y tolerancia y/o resistencia a los diversos estreses bióticos y abióticos que afectan al cultivo (Caviedes *et al.* 2022).

Una maleza es cualquier planta que constituye un peligro, molestia o causa daños al hombre, animales o, en este caso, al cultivo de maíz. El desarrollo del cultivo de maíz en los primeros 30 días es crítico, por lo que se debe asegurar que crezca libre de la competencia de malezas, pues se estima que éstas son causantes del 10 al 84% de la reducción en su rendimiento. Es importante distinguir entre malezas de hojas anchas y gramíneas, ya que difieren en su reacción a herbicidas y métodos de control (Deras 2020).

En la actualidad es fundamental comprobar compuestos químicos que controlen efectivamente las malezas sin afectar al cultivo, la seguridad humana y la preservación

del ambiente, que durante los últimos los años se ha venido afectando debido a la amplia gama de productos herbicidas y sus posteriores residuos en el ambiente (Vintimilla 2022).

En los cultivos, el herbicida a aplicar o la combinación de éstos y la época de aplicación, se decide partiendo de las especies o la clase de malezas y de la densidad de población de éstas. O sea que, para tomar una decisión de que herbicida o mezcla de herbicidas utilizar, el productor debe de verificar la densidad de población y la clase de malezas a combatir en la plantación. Siempre es importante reconocer que los mejores controles de malezas con herbicidas, se obtienen cuando las malezas no sobrepasan el estado de 2-3 hojas y que estas estén en activo crecimiento, es decir que haya suficiente humedad en el suelo (Romero 2017).

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En Ecuador, el cultivo de maíz (*Zea mays*) es considerado uno de los más importantes debido a que posee la mayor superficie cultivada de cultivos transitorios en la Sierra del país. La falta de tecnologías accesibles para los pequeños productores ha generado que se obtengan bajos rendimientos (Sangoquiza *et al.* 2022).

Las malezas son un problema importante en los cultivos de interés para los agricultores, porque cuando no se les controla pueden causar pérdidas de hasta 80% en el rendimiento, además de incrementar los costos de la cosecha y disminuir la calidad de los productos (Hernández *et al.* 2022).

Las malezas se encuentran entre los factores más limitantes en la producción de maíz, ya que causan daños directos e indirectos al cultivo por la competencia de luz, agua y nutrientes. Pueden disminuir la calidad de cosecha y ser hospederas de insectos-plaga y enfermedades. Además, muchas malezas producen compuestos alelopáticos que afectan el crecimiento normal del cultivo (Cadena *et al.* 2020).

Al aplicar los productos herbicidas, se debe tener cuidado, ya que sus dosis varían con la edad de las malezas, tipo de suelos, contenido de materia orgánica, así como de las condiciones climáticas del lugar (temperatura, viento y otras). Al utilizar un herbicida hay que considerar el cultivo que se desee sembrar en relevo, ya que estos pueden tener algún efecto residual negativo sobre el segundo cultivo (Deras 2020).

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

La mayor pérdida en producción generalmente es ocasionada cuando existen altas densidades de malezas germinando en el cultivo de maíz cuando se encuentra en estadio V1.

La importancia del manejo de malezas en la producción mundial ha tenido sustento, debido a que la producción disminuye por la competencia constante que se da entre las malezas y el cultivo (Vintimilla 2022).

En el manejo tecnológico del cultivo de maíz, el control de malezas es un factor de mucha importancia ocasionando disminución en el rendimiento de las cosechas y utilidades económica; debido a que las plantas compiten por agua, luz y nutrientes; siendo necesario la aplicación de herbicidas para el control oportuno de las malezas (Moyano 2020).

### **1.4. OBJETIVOS**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Describir la importancia de los herbicidas coformulados sobre el control de malezas en el cultivo de maíz.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Detallar los efectos que causan los herbicidas a las malezas en el cultivo de maíz.
- Determinar la eficacia de la aplicación de herbicidas coformulados.

### **1.5. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

**Dominio:** Recursos Agropecuarios, ambiente, biodiversidad y Biotecnología.

**Líneas:** Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable.

**Sublínea:** Agricultura sostenible y sustentable.



## **2. DESARROLLO**

### **2.1. MARCO CONCEPTUAL**

#### **2.1.1. Generalidades del cultivo de maíz**

El maíz (*Zea mays*) representa el principal elemento de la dieta básica de la población, con un consumo per cápita anual promedio de 127 kg en las zonas rurales y 80,51 kg en las áreas urbanas. Sin embargo, en condiciones climáticas favorables o con ayuda de riego, el maíz demuestra una productividad superior a la de los cereales, y la rentabilidad aumenta mediante la adopción de cultivares mejorados (Deras 2020).

El maíz, perteneciente a la familia Poaceae y clasificado como una planta monocotiledónea, destaca por ser uno de los cultivos más ampliamente cultivados a nivel mundial y por su importancia como alimento fundamental para numerosas poblaciones (Sánchez y Pérez 2015).

La importancia del cultivo de maíz en Ecuador radica en su contribución significativa a la economía nacional, no solo por su función como pilar alimentario para la población, sino también por su capacidad para generar empleo en diversas regiones del país, tanto en áreas rurales como urbanas que albergan los puntos de distribución y venta de este producto agrícola (Meza 2019).

El maíz se destaca como uno de los cultivos fundamentales de mayor relevancia y extensa aplicación a nivel global. Para millones de personas, particularmente en las regiones de América y Asia, constituye uno de sus principales alimentos básicos. Esta planta fue una de las primeras en ser domesticada y en estar ampliamente dispersada por todo el mundo (Sánchez y Pérez 2015).

Las prácticas agrícolas actuales promueven la adopción generalizada de

variedades híbridas debido a su impacto positivo en las condiciones agroambientales en las que se cultiva el maíz. (Aguilar *et al.* 2011)

Las malezas, patógenos y plagas de insectos representan los principales desafíos fitosanitarios que impactan la producción de maíz, resultando en una disminución del rendimiento de alrededor del 30% (Hernández *et al.* 2019).

### **2.1.2. Incidencia de las malezas**

En líneas generales, las malezas son hierbas no deseadas que producen efectos más perjudiciales que beneficiosos. Dentro de las áreas en barbecho, las malezas no sólo son dañinas para los cultivos, sino que también desempeñan un papel vital en el agroecosistema al ayudar a prevenir la erosión del suelo, reciclar nutrientes y servir como huéspedes para organismos que controlan las plagas (Gómez 2020).

A pesar de que las malas hierbas suelen manifestarse en concentraciones dispersas, como parches o rodales, actualmente se está llevando a cabo la aplicación uniforme de herbicidas en toda la extensión de la propiedad. La identificación de puntos críticos de infestación de malezas y la validación de su presencia en parches se puede lograr de manera eficiente utilizando sensores ópticos (Navarrete *et al.* 2019)

Según el autor antes mencionado, para abordar de forma eficaz la problemática de las malezas en este contexto, particularmente las resistentes, es imperativo la creación de innovadoras herramientas y estrategias. En la actualidad, se cuenta con la capacidad de alterar el modo de aplicación de los herbicidas previo a la siembra. El desafío actual radica en mapear la presencia de malezas dentro del cultivo emergido (Navarrete *et al.* 2019).

Se clasifica como maleza cualquier planta que entrañe riesgos, cause molestias a los seres humanos o animales, o en este contexto, perjudique la producción de maíz. Dado que el período inicial de 30 días es fundamental para el crecimiento del

cultivo de maíz, es esencial garantizar su desarrollo sin verse afectado por la competencia de malezas, las cuales se estima que pueden reducir el rendimiento en un rango que oscila entre el 10% y el 84%. Dadas sus distintas respuestas a los herbicidas y las técnicas de control, es esencial diferenciar entre malezas herbáceas y de hoja ancha (Deras 2020).

Las deficiencias en el sistema de saneamiento de los cultivos afectan adversamente su productividad, con las malezas representando una de las principales causas de dichas deficiencias. Las malezas son plantas agresivas que alteran los patrones normales de crecimiento como resultado de su adaptación, dispersión y proliferación ambiental. Existe un conjunto de plantas invasoras que rivalizan de manera intensa con el cultivo de maíz por la captación de luz solar y nutrientes, emergiendo antes o simultáneamente con las plántulas de maíz. Los herbicidas representan otra categoría de productos químicos empleados en el control de malezas; sin embargo, su aplicación en cultivos de maíz es limitada debido a los riesgos asociados a su uso derivados de falta de conocimiento o aplicación inadecuada, más que por consideraciones de costo (Santana *et al.* 2020).

Es importante tener en cuenta que la mayoría del maíz de pedernal en Ecuador se origina en las regiones costeras, específicamente provincias como Guayas, Los Ríos y Manabí. De hecho, el cultivo de maíz seco Flint presenta una tasa de crecimiento del 17,23% y una tasa de producción del 31,62%. Es crucial tener en cuenta que, de manera general, la provincia de Los Ríos exhibe el mayor nivel de implicación en la actividad agrícola, alcanzando un récord sin precedentes a nivel nacional del 35,9% en términos estadísticos (García 2023).

Uno de los legados agrícolas y culinarios de la nación es el maíz ecuatoriano, el cual se cultiva en todas las zonas climáticas excepto en la sierra y sub sierra por encima de los 3000 metros sobre el nivel del mar. Los nativos ecuatorianos poseían conocimiento acerca de los cuatro varietales de maíz, a saber, blanco, amarillo, negro, y amarillo duro o morocho, los cuales eran empleados en la preparación de platos

ceremoniales. (Analuisa *et al.* 2023).

Los herbicidas desempeñan un papel fundamental en este sector vital para la economía y la sociedad, ya que las infestaciones de malezas en la agricultura constituyen una problemática recurrente que suele tener un impacto adverso en los cultivos. En la actualidad, se han identificado más de doce familias de compuestos químicos con la capacidad de suprimir estas hierbas, dependiendo de su composición química, lo cual constituye un importante progreso en el campo científico. (Arias *et al.* 2019).

En la gran mayoría de los sistemas de cultivo a nivel global, las malezas representan una restricción significativa. El individuo se ha referido a varias poblaciones de plantas como "malezas nocivas". En general, las especies se caracterizan por esta designación cuando se consideran indeseables dentro de un contexto específico, ya sea en términos de productividad, estética o gestión del paisaje. (Matteoda 2019).

Con la aparición de nuevas cepas de malas hierbas que muestran resistencia a los ingredientes activos fundamentales utilizados en su erradicación, ha surgido un aumento significativo en la dificultad del control y gestión de estas plantas no deseadas. Durante el periodo reciente, la utilización de herbicidas con el propósito de gestionar químicamente la proliferación de malezas ha representado la estrategia preferida para hacer frente a esta cuestión. El hecho de que un principio activo se aplique de forma repetida genera una presión de selección significativa en las poblaciones de malezas, promoviendo la supervivencia y reproducción de individuos que logran resistir y reproducirse luego de la exposición a tratamientos herbicidas, dando lugar a la proliferación de poblaciones resistentes. El asunto se agrava si consideramos que los herbicidas se aplican uniformemente en todo el campo. (Navarrete *et al.* 2019).

Consideraciones tales como la dinámica poblacional de malezas en los cultivos

y la capacidad de persistencia de las especies deben ser abordadas como parte fundamental de un manejo efectivo de malezas. La simple comprensión de las diversas técnicas y métodos relevantes que deben aplicarse en cada situación es insuficiente. Al considerar la implementación de cualquier estrategia de gestión o erradicación, es imprescindible tomar en consideración la presencia de malezas, los recursos a disposición, el contexto económico y los protocolos de seguridad tanto para individuos como para el entorno. (Matteoda 2019).

La comprensión del número de especies de malezas podría beneficiarse de la introducción de un umbral económico que considere la densidad del cultivo afectado por las malezas. En presencia de una baja densidad de malezas, la implementación de medidas de control sería más sencilla en comparación con situaciones de mayor infestación. Este proceso conduce a una reducción de los gastos y del tiempo requerido para el manejo de malezas en los cultivos. (Gómez 2020).

Dado que las malas hierbas rivalizan con los cultivos por recursos esenciales como el agua, la luz y los nutrientes, disminuyen la rentabilidad de los cultivos agrícolas. Además, tienen la capacidad de fungir como portadores de plagas y patógenos que ocasionan perjuicios a los cultivos. En respuesta a esta problemática y con el objetivo de incrementar la productividad agrícola, se han formulado herbicidas que logran controlar de manera efectiva las malezas sin causar daños a los cultivos. (Henríquez 2016).

Una cantidad considerable de pesticidas sintéticos, como carbofurano, clorpirifos y atrazina, se están utilizando ampliamente para el control de plagas, malezas y enfermedades en los cultivos de maíz, lo que genera un problema de contaminación notable. Estos pesticidas también pueden dañar a los enemigos naturales y exhibir efectos fitotóxicos en el maíz y otras especies de plantas. (Figueroa *et al.* 2019).

Resulta imperativo examinar tanto las pérdidas directas como indirectas

derivadas de la presencia de malezas. Se calcula que las malezas inciden directamente en aproximadamente un 10% a un 15% de la productividad en la región de cultivo de maíz del país, al competir con los cultivos por recursos como nutrientes, luz solar y agua. El tipo y densidad de malezas presentes al momento de la cosecha influyen directamente en los factores indirectos que disminuyen la eficiencia operativa de las cosechadoras y resultan en una reducción del 3% en la producción. La interacción entre las malezas, los cultivos, el clima y el suelo implica relaciones intrincadas que impactan cada uno de estos elementos. (Vera *et al.* 2020).

La interferencia de las malezas puede disminuir en gran medida la productividad del cultivo de maíz. Según las circunstancias de producción, la composición y densidad de las malezas, es posible observar una diversidad de disminuciones en los rendimientos de grano. (Cash y Rossini 2015).

La mayoría de las especies de malezas impactan negativamente el cultivo de maíz, generando pérdidas financieras; Por lo general, prosperan en regiones tropicales y subtropicales y se las conoce como plantas de fotosíntesis C4. Las malezas demuestran una notable capacidad de adaptación al medio ambiente debido a su elevada capacidad de absorción de humedad del suelo, eficiencia en el uso de recursos y alto nivel de captación de energía solar. (Gómez 2020).

“La interferencia de las malezas tiene un impacto notable en la productividad de los cultivos de maíz, dependiendo de la composición varietal de las malezas y la densidad del cultivo. (Britos y Goyeni 2017).

Durante las fases iniciales del desarrollo del cultivo de maíz, es fundamental implementar medidas de control de malezas debido al crecimiento lento y escasa cobertura inicial de las mismas, factores que se ven afectados por la amplia separación entre las hileras y la baja densidad de plantas. (Cash y Rossini 2015).

En aras de reducir la proliferación de malezas, el enfoque del manejo integrado

de malezas consiste en utilizar de manera coherente todas las alternativas disponibles. Dependiendo del problema de malezas que deba abordarse, estas medidas pueden integrarse fácilmente en los cultivos. El tipo de malezas presentes y su densidad serán un factor importante para determinar si se aplica una, la otra o una combinación de dos o más". "La variedad de malezas en el área y su densidad serán factores cruciales para decidir si usar un herbicida, otro o una combinación de dos o más. Generalmente, una estrategia de manejo directo resulta inadecuada para prevenir el impacto negativo de las malezas en el cultivo. Un sistema eficiente de medidas de control, denominado manejo integrado, también contribuye a disminuir el uso de herbicidas y al mismo tiempo mejora la relación costo-efectividad. (Vera *et al.* 2020).

El control de malezas en el cultivo de maíz representa una contribución significativa, del orden del 87%, a la variación observada en el rendimiento de este cultivo. Es de suma importancia gestionar eficazmente las malezas hasta que la planta del cultivo alcance su etapa de cuatro hojas, dado que en este momento el cultivo se encuentra en su fase más susceptible a la competencia de las malezas, lo que puede resultar en notables disminuciones en el rendimiento. (Britos y Goyeni 2017).

Durante las fases iniciales de su ciclo de desarrollo, el maíz exhibe una alta susceptibilidad a la competencia de plantas no deseadas. Las infestaciones moderadas resultan en pérdidas sustanciales de rendimiento. Sobre los efectos del inicio y duración de la competencia efectiva. El consenso predominante sugiere que entre la cuarta y la décima etapa foliar, tradicionalmente considerada como el período crítico de competencia, el maíz debería estar libre de competencia. Como consecuencia, se espera que dentro de un período de cuatro a nueve semanas después de la emergencia, la cosecha de maíz esté libre de malezas. (Ernst y Ferrari 2015)

En presencia de una infestación severa, las malas hierbas pueden provocar una disminución significativa de hasta un 90 % en el rendimiento de la cosecha de maíz. La

presencia de malezas en las parcelas no tratadas con herbicidas resultó en una reducción del rendimiento del maíz, que osciló entre el 15% y el 95% en comparación con las parcelas libres de malezas. (Cash y Rossini 2015).

El momento de máxima prevalencia y daño de las malezas depende en gran medida de su composición; para las malezas de hoja ancha, este período comienza alrededor de la sexta a octava etapa de hoja, mientras que para las malezas gramíneas, se inicia justo antes del macollamiento. cuarta hoja completa. Ante esto, el período crítico de control para las plantas de hoja ancha debe ocurrir antes de la formación de la sexta hoja, mientras que para las gramíneas debe ser antes del desarrollo de la cuarta hoja. (Britos y Goyeni 2017).

El tamaño y el número de espigas son los factores de rendimiento más afectados por la interferencia de las malezas, lo que resulta en una reducción del 15% en el tamaño de las espigas y una disminución del 28% en el peso del grano, lo que finalmente conduce a una pérdida de rendimiento del 32%. (Cash y Rossini 2015).

La probabilidad de infestación de malezas es mayor en áreas agrícolas caracterizadas por una baja densidad de plantas cultivadas. Mediante la rápida clausura de las hileras, la sombra sobre el suelo y la prevención del establecimiento de nuevas poblaciones de malas hierbas, la siembra de maíz en hileras cortas de 35 a 70 cm promueve la competitividad del cultivo con respecto a las malas hierbas. Debido a la inviabilidad de erradicar las malas hierbas, es necesario complementar esta estrategia de siembra con la aplicación de herbicidas. (Vera *et al.* 2020).

La etapa fundamental de la competencia de malezas en el maíz ocurre desde la cuarta etapa de hoja hasta la etapa de floración, particularmente cuando está presente una mancha de malezas que comprende tanto gramíneas como especies de hoja ancha. En condiciones áridas, cuando el cultivo no logra establecer suficiente competitividad contra las malezas, este período se extiende hasta la etapa de



floración. Debido a la competencia prolongada que se presenta en estas condiciones, se han registrado disminuciones de rendimiento que oscilan entre el 38 % y el 65 % en los tratamientos tempranos en contraste con el testigo sin malezas. (Britos y Goyeni 2017).

Durante su ciclo de crecimiento y desarrollo, el maíz está sujeto a la influencia de diversas plagas, como malezas, insectos y hongos, que poseen el potencial de disminuir el rendimiento de la cosecha de granos. Entre estos males, las malezas destacan por su capacidad de competir con las plantas cultivadas por luz, agua, nutrientes y dióxido de carbono, obstaculizando así el crecimiento y la vitalidad de los cultivos cuando no se controlan rápida y efectivamente, disminuyendo en consecuencia su capacidad de resistir plagas de insectos y patógenos. (Aguilar *et al.* 2021).

El problema del cultivo está estrechamente relacionado con preocupaciones sanitarias que afectan negativamente al rendimiento de los cultivos. Uno de estos problemas tiene que ver con la presencia de malezas, que se refieren a plantas resilientes que impiden el crecimiento y desarrollo regular del cultivo como resultado de su adaptación, propagación y proliferación ambiental. Las malezas plantean un desafío persistente en la agricultura. Un grupo de malezas compite de forma activa con la planta de maíz por el espacio disponible durante la etapa de emergencia, y su germinación se produce previamente o simultáneamente a la del cultivo de maíz. (Briones *et al.* 2020).

El control mecánico de malezas, también denominado manejo, se refiere a estrategias que implican la aplicación de fuerza física para suprimir el crecimiento de las plantas no deseadas. El deshierbe manual e incluso el uso del fuego son ejemplos de control mecánico. Dentro de los métodos de manejo de malezas en sistemas de labranza convencional, se emplea el control mecánico mediante prácticas como la labranza primaria, que involucra la preparación del suelo a través de técnicas como arado, subsolado y rastra, así como la labranza secundaria, que incluye actividades

como siembra y deshierbe. La utilización de herbicidas reemplaza o restringe la labranza primaria en los sistemas de labranza de conservación. (Vera *et al.* 2020).

### **2.1.3. Efectos de los herbicidas**

Los herbicidas preemergentes se encargan de manera específica de suprimir las malas hierbas en el momento en que germinan las semillas (cuando emerge la radícula) y durante la emergencia de las plántulas procedentes del suelo, fases iniciales de su desarrollo. Los herbicidas generalmente se aplican a los cultivos anuales después de la siembra, pero antes de la aparición de las malezas y de los propios cultivos. (Meza 2019).

Se ha descubierto que los herbicidas mejoran el rendimiento de los cultivos, pero poseen posibles efectos perjudiciales sobre el medio ambiente. La elevada persistencia en el suelo de ciertos herbicidas y sus metabolitos tóxicos puede ocasionar impactos adversos en los cultivos en rotación, así como su desplazamiento hacia las aguas superficiales o subterráneas mediante lixiviación, o su liberación a la atmósfera seguida de precipitación por acción de la lluvia. en lugares distintos de aquellos en los que estaban empleados (Martínez 2019).

Un herbicida es una variedad de producto fitosanitario empleado en la eliminación de herbáceas no deseadas, conocidas como malezas, en áreas designadas para la agricultura. Estos funcionan inhibiendo el crecimiento de malezas y, a menudo, se derivan de hormonas vegetales. Dada la importancia de comprender la aplicación adecuada de cada tipo de herbicida, este artículo proporciona una diferenciación entre ellos. (Arias *et al.* 2019).

Los herbicidas desempeñan un papel crucial en el control de malezas dentro de los sistemas de conservación, y adquirir competencia en su aplicación adecuada se presenta como una estrategia viable. La observación de que la simazina mostró una menor persistencia en el sistema directo en comparación con la labranza convencional

sugiere que un factor contribuyente puede haber sido la adsorción del herbicida por los residuos orgánicos. (García y Mejía 2015).

A pesar de que las aplicaciones preemergentes han sido históricamente el enfoque convencional para el manejo de malezas, actualmente se dispone de una diversidad de herbicidas novedosos para su aplicación en etapas posteriores a la emergencia en el cultivo de maíz. La mayoría de las opciones de control de malezas post-emergentes requerían la utilización de sustancias específicas que fueran tolerantes o resistentes, como sulfonilureas o imidazolinonas. (Britos y Goyeni 2017).

La reducción del banco de semillas de malas hierbas, la minimización de la competencia temprana y la creación de condiciones propicias para optimizar el rendimiento de los tratamientos posteriores a la emergencia pueden lograrse mediante la aplicación de herbicidas residuales como medida de control químico. (Lescano *et al.* 2017).

Herbicidas preemergentes, como los de la familia de las triazinas y las cloroacetamidas, han sido efectivamente empleados a lo largo de varios años para el manejo de malezas en cultivos de maíz, mostrando resultados sobresalientes. La introducción de variedades vegetales resistentes al herbicida glifosato ha ampliado las opciones para el control de malezas gramíneas y de hojas anchas, ofreciendo flexibilidad en la programación de actividades de manejo fitosanitario. (Ernst y Ferrari 2015)

Para inhibir el crecimiento de malezas durante el período inicial de cultivo de 30 días y mitigar el nuevo crecimiento de malezas, incluidas especies como *Echinochloa crus-galli*, pueden ser necesarias aplicaciones posteriores de herbicidas. Para brindar una recomendación específica y útil a los productores de maíz que emplean prácticas de labranza de conservación, es necesario evaluar la eficacia de los herbicidas utilizados en el control de malezas, su impacto en los rendimientos y la relación costo-beneficio de dichos tratamientos. (Macias 2014).

El actual resurgimiento de cultivares resistentes al glifosato en el mercado amplía el alcance del control de malezas post-emergentes, ya que el glifosato ofrece una amplia ventana de aplicación durante todo el ciclo del cultivo y puede erradicar completamente las malezas, dependiendo de la dosis y salvo casos de resistencia. (Britos y Goyeni 2017).

“La combinación de herbicidas de preemergencia y postemergencia permitió una mayor flexibilidad en la aplicación en comparación con la aplicación de postemergencia sola. (Ernst y Ferrari 2015)

Si ciertas malezas se manejan dentro de rangos aceptables y en el caso de mezclas, la reducción de uno de los herbicidas, las dosis de herbicidas de preemergencia por debajo de los niveles recomendados pueden lograr un nivel aceptable de control de malezas en esas malezas. Los componentes no muestran una reducción significativa en la eficacia del control de malezas. En numerosas instancias, la disminución de las cantidades de herbicidas de preemergencia y postemergencia aplicadas al cultivo de maíz no conduce a una reducción en la eficacia del control de malezas. (Macias 2014).

A pesar de la alta eficacia de la aplicación de herbicidas en el maíz, las malezas han desarrollado resistencia, lo que requiere el uso de nuevos herbicidas basados en moléculas innovadoras para superar esta resistencia. (Henríquez 2016).

Para lograr un rendimiento óptimo del maíz, es necesario el uso de herbicidas de postemergencia para combatir las malezas y los cultivos por igual. Sin embargo, la ineficiente rentabilidad de estos agentes químicos y la falta de conocimiento sobre su uso pueden conducir a un aumento de los costos de producción. (Aguilar *et al.* 2021).

Herbicidas representan una categoría distinta de agentes químicos que se emplean con el propósito de controlar la presencia de malezas; sin embargo, su

empleo en el contexto de cultivos como el maíz se encuentra asociado a ciertos riesgos derivados de una aplicación inadecuada o falta de comprensión, y no necesariamente por razones de coste económico. Se requiere llevar a cabo un análisis exhaustivo para identificar la dosis óptima y la combinación más efectiva de herbicidas destinados a combatir las malezas gramíneas y de hoja ancha que afectan al cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Este enfoque tiene como finalidad potenciar tanto la producción como la eficiencia del cultivo, con el propósito de optimizar los recursos y la rentabilidad para los productores agrícolas. (Briones *et al.* 2020).

“Los herbicidas preemergentes favorecen la gestión de malezas que han desarrollado una adaptación a la sombra, al tiempo que respaldan las estrategias de manejo de terrenos con una elevada diversidad y presencia de malezas. (Oliva 2020).

Los herbicidas tienen el potencial de disminuir significativamente las poblaciones de malezas en el corto plazo. Sin embargo, su impacto de amplio espectro puede tener consecuencias no deseadas, como la rápida adaptación de las poblaciones de malezas a niveles más resilientes después de la aplicación. Para mantenerse, el agricultor debe depender cada vez más de una mayor cantidad de insumos químicos. Se podría conceptualizar esta dependencia de los herbicidas como una forma de dependencia o apego. Las poblaciones de malezas se someten a un riguroso proceso de selección natural debido a su exposición continua a herbicidas, lo que resulta en el desarrollo de resistencia a estos agentes químicos. (Vera *et al.* 2020).

#### **2.1.4. Herbicidas coformulados**

Dadas las diversas amenazas fitosanitarias en los cultivos, como las malezas, la industria química ha estado explorando alternativas de control de malezas para evitar la mezcla de herbicidas en el campo. Se trata de sugerir a los agricultores el uso de productos coformulados, que son herbicidas que contienen dos o más ingredientes activos que mejoran el espectro de control. (Romero 2017).

Un problema comúnmente asociado con un herbicida selectivo es que su espectro de control de malezas, definido como la variedad de especies de malezas efectivamente controladas por el herbicida, puede no abarcar toda la diversidad de malezas presentes en un cultivo. Por tanto, ha sido una práctica común aplicar dos o más herbicidas simultáneamente para lograr el espectro de control deseado. El usuario final puede combinar dos o más herbicidas envasados por separado como formulaciones concentradas con agua en un tanque rociador, una práctica conocida como mezcla en tanque. (Ganiyu 2014).

Un herbicida no proporciona un control integral de malezas en un área de terreno específica, ni muestra persistencia desde la aplicación hasta la cosecha. Como resultado, resulta imperativo mezclar varios herbicidas (coformulados) para ampliar el espectro de control y atacar eficazmente una amplia gama de especies de malezas. (Romero 2017).

En Ecuador, se registraron alrededor de 45 importadores que actúan como representantes de plaguicidas y otros productos utilizados en la agricultura. En el año 2014, se identificó que este grupo mantenía aproximadamente 56 sustancias químicas activas utilizadas como herbicidas, distribuidas en 50 formulaciones simples y 6 en coformulados. Estas sustancias eran comercializadas bajo diversas denominaciones y formulaciones, sumando aproximadamente 126 productos de herbicidas disponibles en el mercado. Además de esto, hay aproximadamente 10 adyuvantes o tensioactivos disponibles para su inclusión para mejorar la eficacia de herbicidas y otros pesticidas específicos. (Espinales 2019).

No obstante, de manera más auspiciosa, los diversos herbicidas pueden ser combinados en una formulación concentrada única, llamados coformulados, solo necesitando ser diluidos en agua por el usuario final previo a la aplicación mediante aspersión o rociado. Este compuesto suele ser referido como una mezcla envasada. La formulación de mezclas en paquetes presenta varios desafíos para el formulador de productos químicos agrícolas como los herbicidas. (Ganiyu 2014).

## **2.2. MARCO METODOLÓGICO**

Para la elaboración del documento se recopilará información de documentos, revistas, bibliotecas virtuales y los últimos trabajos científicos que contribuyen al desarrollo de este documento y sirven como componente práctico de la carrera.

La información obtenida será interpretada, resumida y analizada para obtener información relevante sobre herbicidas combinados para el control de malezas en maíz.

## **2.3. RESULTADOS**

Los herbicidas ejercen su acción destructiva sobre las malezas al perturbar los procesos bioquímicos, como la fotosíntesis, que se desarrolla en el simplasto o sistema vital de la planta.

Actualmente, los herbicidas son ampliamente utilizados como la principal estrategia para el control y erradicación de la maleza, así como para mantener los cultivos libres de competencia. Los herbicidas han servido como herramienta principal para el control de malezas en la agricultura intensiva moderna.

Las pérdidas en el cultivo de maíz experimentan un aumento significativo cuando los periodos competitivos se prolongan, cuando las malezas emergen antes que el maíz o cuando existen altas poblaciones de especies con fuertes capacidades competitivas. En cambio, las pérdidas tienden a ser mínimas cuando las malezas emergen en etapas avanzadas del cultivo, como las que se observan en plantaciones en tierras húmedas o irrigadas. Además, pueden afectar indirectamente a los cultivos al servir como huéspedes de plagas y enfermedades.

Se ha evidenciado que los herbicidas coformulados, controlan eficazmente las

malezas en maíz, incrementando la producción del cultivo.

## **2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Los herbicidas eliminan las malezas al intervenir en los procesos bioquímicos, como la fotosíntesis, que se desarrollan en el simplasto o sistema vital de la planta, según lo indicado por Santana y colegas. Según un estudio reciente, las carencias en la infraestructura de saneamiento de los cultivos inciden negativamente en su rendimiento, siendo las malas hierbas una de las causas primordiales de tales carencias (2020). Las malezas son plantas agresivas que alteran los patrones normales de crecimiento como resultado de su adaptación, propagación y proliferación ambiental. Un grupo de plantas invasoras compite de forma intensa con el cultivo de maíz por la captación de luz solar y nutrientes, mostrando una emergencia temprana o simultánea con las plántulas de maíz. Herbicidas constituyen otra clase de compuestos químicos utilizados para gestionar la presencia de malezas en los campos agrícolas. No obstante, en el caso de los cultivos de maíz, su utilización se ve restringida principalmente por los riesgos inherentes a su aplicación, los cuales resultan más de la falta de comprensión o uso inapropiado de estos químicos que por consideraciones económicas.

Actualmente, los agroquímicos (herbicidas) son el enfoque más utilizado para controlar las poblaciones de malezas y mantener los campos de cultivo libres de malezas. Los herbicidas han servido como herramienta principal para el control de malezas en la agricultura intensiva moderna, como afirma Navarrete et al. (2019) que, a pesar de la típica aparición dispersa de malezas en grupos o parches las prácticas actuales implican la aplicación uniforme de herbicidas en toda la propiedad. La identificación de puntos críticos de infestación de malezas y la validación de su presencia en parches se puede lograr de manera eficiente mediante el uso de sensores ópticos.

Las pérdidas en la cosecha de maíz son significativamente mayores cuando los períodos de competencia se extienden, cuando las malezas emergen antes que el



maíz o cuando están presentes grandes poblaciones de especies altamente competitivas. En cambio, las pérdidas tienden a ser relativamente menores cuando las malezas emergen en etapas avanzadas del desarrollo del cultivo, como se observa comúnmente en cultivos cultivados en tierras húmedas o irrigadas. Asimismo, pueden influir en los cultivos de forma indirecta al funcionar como hospederos de plagas y enfermedades, tal como señalaron Britos y Goyeni en su estudio del año 2017. Estos autores indicaron que el periodo crítico de la competencia de malezas en el cultivo de maíz se localiza entre la cuarta etapa de desarrollo foliar y la etapa de floración, sobre todo en presencia de un grupo diverso de malezas que incluye tanto gramíneas como especies de hoja ancha. En condiciones áridas, cuando el cultivo no logra establecer suficiente competitividad contra las malezas, este período se extiende hasta la etapa de floración. La prolongada competitividad de las condiciones mencionadas ha resultado en reducciones significativas de rendimiento, variando entre el 38 % y el 65 % en los tratamientos tempranos en comparación con el testigo desmalezado.

Se ha demostrado que los herbicidas coformulados son eficaces en el control de las malezas en el cultivo de maíz, lo que resulta en un aumento en la producción agrícola. Este hallazgo está en línea con el estudio de Romero (2017), el cual establece que un solo herbicida no logra un control completo de las malezas en una zona de cultivo particular, ni garantiza su persistencia desde la aplicación hasta la cosecha. Consecuentemente, es crucial combinar diversos herbicidas (coformulados) con el fin de diversificar el espectro de acción y lograr un control efectivo sobre una amplia variedad de especies de malezas.

### **3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **3.1. CONCLUSIONES**

Las malezas en el cultivo de maíz representan un desafío recurrente en la mayoría de las áreas de tierra cultivable. Al igual que los cultivos, han surgido como resultados no deseados de procesos de selección humana, en los que ahora ciertas especies prevalecen sobre los cultivos y provocan importantes pérdidas económicas. A nivel global, se estima que existe una diversidad de aproximadamente ocho mil especies de plantas no deseadas, y de todos los daños provocados por organismos perjudiciales en la agricultura, las malezas contribuyen con el 13 %.

Los herbicidas eliminan las malas hierbas alterando los procesos bioquímicos, como la fotosíntesis, que ocurren en el simplasto o sistema vivo de la planta.

Los herbicidas poseen la capacidad de perturbar los ecosistemas del suelo a través de su influencia directa e indirecta en diversos elementos de la microbiota edáfica, como organismos fitopatógenos, antagonistas, micorrizas y las comunidades microbianas.

Los herbicidas pueden influir en diversos aspectos fisiológicos de las plantas malas hierbas, tales como el control del crecimiento, la supresión de la división celular, la reducción de la actividad respiratoria y fotosintética, así como la interferencia en procesos metabólicos complejos.

Es crucial reconocer las malezas problemáticas en el cultivo de maíz, seleccionar herbicidas y dosis apropiadas, utilizar agua de alta calidad, aplicar adyuvantes cuando sea necesario para mejorar la eficacia, calibrar el equipo de aspersión, asegurar un contacto adecuado con la maleza en dosis suficientes y facilitar la penetración en la planta.

Dentro del análisis económico de los cultivares, se ha evidenciado los beneficios netos positivos, particularmente en el uso de herbicidas coformulados. Estos beneficios se vieron notablemente influenciados por los resultados del control de malezas, ya que las malezas representan una barrera importante para la producción agrícola mundial. Las malezas son plantas que, bajo ciertas condiciones, causan daños económicos y sociales a los agricultores.

### **3.2. RECOMENDACIONES**

Aplicar herbicidas coformulados para el control de malezas en el cultivo de maiz.

Efectuar investigación en campo para validar el efecto de los nuevos coformulados existentes en el mercado.

Promover el uso de coformulados a los agricultores maiceros de la zona.

## 4. REFERENCIAS Y ANEXOS

### 4.1. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilar-Carpio, C., Aguilar-Mariscal, I., Aguilar-Carpio, A., & Aguilar-Carpio, I. 2021. Eficiencia y rentabilidad del control químico de malezas en el cultivo maíz [Efficiency and profitability of chemical weed control in corn crop]. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 24, 95. Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/Cid-Aguilar-Carpio/publication/354254848\\_EFFICIENCY\\_AND\\_PROFITABILITY\\_OF\\_CHEMICAL\\_WEED\\_CONTROL\\_IN\\_CORN\\_CROP/links/612ebc602b40ec7d8bd867dd/EFFICIENCY-AND-PROFITABILITY-OF-CHEMICAL-WEED-CONTROL-IN-CORN-CROP.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Cid-Aguilar-Carpio/publication/354254848_EFFICIENCY_AND_PROFITABILITY_OF_CHEMICAL_WEED_CONTROL_IN_CORN_CROP/links/612ebc602b40ec7d8bd867dd/EFFICIENCY-AND-PROFITABILITY-OF-CHEMICAL-WEED-CONTROL-IN-CORN-CROP.pdf)
- Aguilar-Jiménez, C. E., Tolón-Becerra, A., Lastra-Bravo, X. 2011. Evaluación integrada de la sostenibilidad ambiental, económica y social del cultivo de maíz en Chiapas, México. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo*, 43(1), 155-174.
- Analuisa-Aroca, I. A., Jimber-del Río, J., & Vergara-Romero, A. 2023. La cadena de valor del maíz amarillo ecuatoriano; retos y oportunidades. *Lecturas de Economía*, 98, 231-262. <https://doi.org/10.17533/udea.le.n98a347315>
- Arias, D. M., Mora, R. E. G., & Romero, O. S. D. 2019. Uso de herbicidas en el control de malezas. Importancia de su conocimiento para el profesional agrónomo. *Opuntia Brava*, 11(1), 204-210.
- Briones, C. B., Zamora, R. B., Parrales, F. S., Macías, S. T., Barreto, A. V., & Sánchez, W. V. 2020. Evaluación de la selectividad del herbicida Pledge, en mezcla con preemergentes en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 5(1), 75-89. Disponible en [file:///C:/Users/DELL/Downloads/Dialnet-EvaluacionDeLaSelectividadDelHerbicidaPledgeEnMezc-7372775%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/DELL/Downloads/Dialnet-EvaluacionDeLaSelectividadDelHerbicidaPledgeEnMezc-7372775%20(2).pdf)

- Britos Lemes, M. F., & Goyeni Lema, F. 2013. Control de malezas en postemergencia en maíz resistente al Glifosato. Disponible en <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/1731/1/3868bri.pdf>
- Cadena Piedrahita, D., Helfgott Lerner, S., Espinoza Espinoza, F., Valarezo Beltrón, C., Sánchez Vásquez, V., García Vásquez, G. 2020. Control químico de malezas en fincas de arroz (*Oryza sativa* L.), en el sistema de riego y drenaje Babahoyo, Ecuador. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 5(2), 66-79. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7398045>
- Cash Duran, R., & Rossini Martínez, P. R. 2015. Evaluación de distintas opciones herbicidas en el control de malezas en un cultivo de maíz de segunda, bajo la modalidad de siembra directa en condiciones de presencia-ausencia de rastrojo. Disponible en <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/9711/1/3721cas.pdf>
- Caviedes-Cepeda, M., Carvajal-Larenas, F., Zambrano-Mendoza, J. 2022. Generación de tecnologías para el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el Ecuador. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 14(1), 14. Disponible en <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/2588/2987>
- Deras Flores, H. 2020. Guía técnica: el cultivo de maíz. Disponible en <https://repositorio.iica.int/handle/11324/11893>
- Domínguez Morales, M. G., & Moreira Vera, M. B. 2022. Efectividad agronómica y económica de la fertilización líquida en maíz amarillo duro bajo condiciones de secano en el sitio El Limón del cantón Bolívar (Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM MFL). Disponible en [https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1955/1/TIC\\_A18D.pdf](https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1955/1/TIC_A18D.pdf)
- Ernst Baez, O. D., & Ferrari Franchi, M. L. 2015. Combinación de alternativas preemergentes y glifosato en la postemergencia en el control de malezas en maíz. Disponible en <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/1740/1/3873ern>

.pdf

Espinales García Jordy Alexander, J. A. 2019. *Eficiencia de herbicidas en el control de malezas en plantaciones de Eucalyptus globulus Labill., Cantón Urcuqui, Provincia de Imbabura, 2019* (Bachelor's thesis, Quevedo-UTEQ). Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0a9b590e-f79f-4fd0-9a78-a7ea66a57eeb/content>

Figueroa Gualteros, Ana María, Castro Triviño, Edgar Alejandro, & Castro Salazar, Hans Thielin. 2019. Efecto bioplaguicida de extractos vegetales para el control de Spodoptera frugiperda en el cultivo de maíz (Zea mays). *Acta Biológica Colombiana*, 24(1), 58-66. <https://doi.org/10.15446/abc.v24n1.69333>

Ganiyu, J. 2014. Cofomulacion de microemulsion de un graminicida y un herbicida soluble en agua. Disponible en <https://patents.google.com/patent/MXPA02001312A/es>

García Álava, G. 2023. Conservación y almacenamiento en granos de maíz (Zea mays) en condiciones de humedad en la provincia de Los Ríos, cantón Vices. Universidad Agraria del Ecuador. Disponible en <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GARCIA%20ALAVA%20GABRIEL%20JOEL.pdf>

García, Petra M, & Mejía, José. 2015. Control químico de malezas en maíz en un sistema de siembra directa. *Agronomía Tropical*, 55(3), 363-380. Recuperado en 30 de abril de 2023, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-192X2005000300003&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2005000300003&lng=es&tlng=es).

Gómez Vidal, K. 2020. Efecto de diferentes distanciamientos de siembra y su incidencia en la presencia de malezas en maíz (Zea mays L.). Universidad Agraria del Ecuador. Disponible en [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GOMEZ%20VIDAL%20KATTYA%20ODALYS\\_opt.pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GOMEZ%20VIDAL%20KATTYA%20ODALYS_opt.pdf)

Henríquez, E. L. 2016. Eficacia biológica de los herbicidas Mesotrione+ Atrazina para el control pre y posemergente de malezas en el maíz (Zea mays). Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/ee9e9ec6-a4ce->

4777-8710-1fcc2f785202/content

- Hernández-Ríos, I., Osuna-Ceja, E. S., Pimentel-López J., & García-Saucedo, P. 2022. Control de malezas en maíz, frijol, girasol y sorgo: Efecto de métodos de control bajo dos sistemas de siembra. *Agro-Divulgación*, 2(6). <https://doi.org/10.54767/ad.v2i6.137>
- Hernández-Trejo, Antonia, Estrada Drouaillet, Benigno, Rodríguez-Herrera, Raúl, García Giron, José Manual, Patiño-Arellano, Sara Alejandra, & Osorio-Hernández, Eduardo. 2019. Importancia del control biológico de plagas en maíz (*Zea mays* L.). *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(4), 803-813.
- Lescano, M. C., Faccini, D., Puricelli, E., & Nicolari, A. 2017. Evaluación de la eficacia de distintos herbicidas preemergentes selectivos para cultivos de soja y maíz en *Chloris virgata* Sw. Disponible en [http://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/13083/Art01\\_Agromensajes48\\_agosto2017.pdf?sequence=2](http://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/13083/Art01_Agromensajes48_agosto2017.pdf?sequence=2)
- Macias, J. 2014. Evaluación en maíz de cuatro herbicidas en dos dosis bajo labranza cero. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/ac165985-9f74-4b24-9b3a-3f10c799f189/content>
- Martínez Pérez, L. 2019. Estudio del comportamiento en el medioambiente de los herbicidas empleados en el maíz. *Ene*, 9, 31.
- Matteoda, T. 2019. Relevamiento de malezas en cultivos de maíz en la zona de Coronel Moldes, Rio Cuarto, Cordoba. Disponible en <https://repodigital.unrc.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/78085/78085.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Meza Méndez, J. L. 2019. Evaluación de tres herbicidas pre-emergentes aplicados al cultivo de maíz (*Zea mays*) sembrado en la finca experimental “La María” en época seca (Bachelor's thesis, Quevedo-UTEQ).
- Mosquera Sánchez, C. 2023. Evaluación del efecto de dos formulaciones de biol en las plagas de importancia económica del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la Granja Experimental La Pradera, Chaltura. Disponible en

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/15093/2/03%20AGP%20380%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

- Moyano Cercado, M. 2020. Selectividad del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) a la aplicación del herbicida Nicosulfuron en diferentes etapas de desarrollo. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8219/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000253.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Navarrete, F. J., Weber, C., Lencina, A., & Acciaresi, H. A. 2019. Detección y discriminación óptica de malezas con resistencia/tolerancia comprobada al herbicida glifosato en maíz, soja y trigo. Investigación Joven, 6. Disponible en [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/95206/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/95206/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Oliva, J. 2020. Herbicidas preemergentes en el cultivo de Vicia Villosa Roth: evaluación de selectividad en un cultivo del Área Central de la Provincia de Córdoba (Doctoral dissertation, Universidad Católica de Córdoba). Disponible en [http://pa.bibdigital.ucc.edu.ar/2412/1/TM\\_Oliva.pdf](http://pa.bibdigital.ucc.edu.ar/2412/1/TM_Oliva.pdf)
- Romero Bajaña, E. 2017. Herbicida coformulado Cyhalofop butil+ Penoxsulam para el control de malezas en arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de Babahoyo. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3139/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000039.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Romero Bajaña, E. J. 2017. *Herbicida coformulado Cyhalofop butil+ Penoxsulam para el control de malezas en arroz (Oryza sativa L.) en la zona de Babahoyo* (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2017). Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3139>
- Sánchez Ortega, I., Pérez-Urria Carril, E. 2015. Maíz I (*Zea mays*). Reduca (Biología). Serie Botánica. 7 (2): 151-171
- Sangoquiza, C., Zambrano, J., Yáñez, C., Nieto, M., Asaquibay, C., Quimbiamba, V., Naranjo, E. 2022. Impacto de bacterias promotoras de crecimiento sobre el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la Sierra del Ecuador. En: Memorias de la XXIV Reunión Latinoamericana de Maíz. Ed. Chávez, A., Guillén, W., Escobal, F., INIA, Lima, Perú, 164-179 p. Disponible en <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5891>



- Santana Parrales, F., Trueba Macías, S., Villafuerte Barreto, A., Vera Sánchez, W., Bravo Briones, C., Bravo Zamora, R. 2020. Evaluación de la selectividad del herbicida Pledge, en mezcla con preemergentes en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 5(1), 75-89.
- Vera Díaz, F., Castro Arteaga, C., Gutiérrez Mora, X., Vásconez Galarza, G. 2020: “Alternativas agroecológicas para el control y manejo de arvenses en competencia específica con el cultivo de maíz (*Zea mays* L.)”, *Revista Caribeña de Ciencias Sociales* (junio 2020). En línea: <https://www.eumed.net/rev/caribe/2020/06/arvenses-maiz.html>
- Vintimilla Quintana, V. P. 2022. Evaluación de la eficiencia de diferentes mezclas de herbicidas pre-emergentes para el control de malezas en el cultivo de MAÍZ (*Zea mays* L.). Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/af381135-3b6d-4819-997d-616f7b0247c4/content>

## 4.2. ANEXOS



Figura 1. Cultivo de maíz con incidencia de malezas



Figura 2. Efecto de la aplicación de herbicidas coformulados