



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



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado de carácter
Complejivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad,
como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Control químico de malezas en el cultivo de Sorgo (*Sorghum* spp.)
y su incidencia en la producción”.

AUTOR:

Sergio Jacinto Suárez Conforme.

TUTORA:

Ing. Agr. Maribel Vera Suárez, MAE.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2022

RESUMEN

El presente documento hace referencia al control químico de malezas en el cultivo de Sorgo (*Sorghum* spp.) y su incidencia en la producción. El manejo integrado de malezas en sorgo debe considerar la aplicación de prácticas de control oportunas para evitar los daños directos por competencia de las malezas por luz, agua y nutrientes. Entre las conclusiones se determinó que en el Ecuador, las zonas potenciales donde se adapta muy bien el sorgo, es en las provincias de Guayas, Manabí, El Oro y Los Ríos. También se podrá cultivar en suelos que permanecen en descanso después de la época lluviosa, en los que antes se había sembrado arroz, como cultivo principal; el control químico de la maleza es el principal método de control de malezas en el cultivo de sorgo, mediante la aplicación de herbicidas en forma correcta y aplicación eficiente y oportuna de estos productos; las principales malezas presentes en sorgo son Paja, moco de pavo (*Echinochloa* spp.) Caminadora (*Rottboellia* spp.) Pata de gallina (*Eleusine indica*) Paja mona (*Leptochloa filiformis*) Guarda rocío (*Digitaria sanguinalis*) Pasto Johnson (*Sorghum halapense*) Falsa caminadora (*Schaemum rugosum*) Bledos (*Amaranthus* spp.) Verdolaga (*Portulaca oleracea*) y las combinaciones de herbicidas que proporcionaron el mejor porcentaje de control de malezas es Atrazina + Pendimethalin.

Palabras claves: sorgo, malezas, atrazina, herbicidas, producción.

SUMMARY

This document refers to the chemical control of weeds in the cultivation of Sorghum (*Sorghum* spp.) and its impact on production. The integrated management of weeds in sorghum should consider the application of timely control practices to avoid direct damage due to weed competition for light, water and nutrients. Among the conclusions, it was determined that in Ecuador, the potential areas where sorghum adapts very well are in the provinces of Guayas, Manabí, El Oro and Los Ríos. It can also be cultivated in soils that remain fallow after the rainy season, in which rice had previously been planted as the main crop; chemical weed control is the main method of weed control in sorghum cultivation, through the correct application of herbicides and efficient and timely application of these products; the main weeds present in sorghum are straw, mucus of turkey (*Echinochloa* spp.) treadmill (*Rottboellia* spp.) chicken leg (*Eleusine indica*) straw mona (*Leptochloa filiformis*) dew guard (*Digitaria sanguinalis*) Johnson grass (*Sorghum halapense*) false treadmill (*Schaemun rugosum*) Bledos (*Amaranthus* spp.) Purslane (*Portulaca oleracea*) and the herbicide combinations that provided the best percentage of weed control is Atrazine + Pendimethalin.

Keywords: sorghum, weeds, atrazine, herbicides, production.

CONTENIDO

RESUMEN	ii
SUMMARY	iii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
MARCO METODOLÓGICO	3
1.1. Definición del tema caso de estudio	3
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Justificación	4
1.4. Objetivo	5
1.5. Fundamentación teórica	5
1.5.1. Generalidades del cultivo de sorgo	5
1.5.2. Incidencia de malezas en los cultivos y control	6
1.5.3. Malezas presentes en sorgo	10
1.5.4. Control de malezas en sorgo	11
1.6. Hipótesis	15
1.7. Metodología de la investigación	15
CAPÍTULO II	16
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	16
2.1. Desarrollo del caso	16
2.2. Situaciones detectadas (hallazgo)	16
2.3. Soluciones planteadas	16
2.4. Conclusiones	17
2.5. Recomendaciones	17
BIBLIOGRAFÍA	19

INTRODUCCIÓN

El sorgo (*Sorghum* spp.) es uno de los principales cereales producidos en el mundo, esta especie representa a todos los sorgos silvestres y cultivados de tipo anual. El sorgo toma una gran relevancia no solo por su papel en la alimentación y como forraje, sino también desde un punto de vista socioeconómico y biotecnológico. Esta planta ha sido muy utilizada por el hombre en áreas cálidas y secas (grano, forraje, materia prima para bebidas alcohólicas, fibra y otros usos especiales). Es junto a la cebada el cuarto cereal más importante en el mundo, después del trigo, el arroz y el maíz. Su adaptación a una amplia gama de condiciones agroecológicas, así como su tolerancia al estrés abiótico lo hace una especie de gran interés (Bravo *et al.* 2021).

En Ecuador como en otros países de Latinoamérica, existen zonas potenciales para el cultivo del sorgo, como las áreas marginales con escasa precipitación en las provincias del Guayas, Manabí y el Oro; también en suelos que durante la época lluviosa son sembrados con arroz y que más tarde permanecen en descanso, como en la cuenca baja del Guayas, también en ciertas áreas de la cuenca alta del Guayas, como cultivo de rotación, la superficie potencial para este cereal actualmente alcanza unas 190.000 ha (Brando *et al.* 2014).

Dentro de las prácticas agronómicas comúnmente utilizadas para el control de malezas en sorgo, se podrían mencionar dentro del control químico y cultural y la aplicación de herbicidas preemergentes al momento de la siembra. Ciertos herbicidas aplicados como preemergentes o postemergentes, pueden ser una alternativa viable para reducir las poblaciones de malezas; esta reducción en la densidad poblacional de malezas, proporcionará a la planta un ambiente más propicio para expresar al máximo su potencial productivo (Hidalgo 2016).

Entre las malezas predominantes en cultivo se destacan *Cyperus*

rotundus L., *Amaranthus dubius* Mart, *Eleusine indica* L., *Echinochloa colunum* L., *Digitaria*, *sanguinalis* L., *Portulaca oleracea* L., *Leptochloa* sp. (Gomes y González 2016).

En el mercado de agroquímicos, se encuentran disponibles productos liberados al mercado hace mucho tiempo, los cuales presentan cierto grado de efectividad en el control de malezas; productos nuevos han sido liberados al mercado, por lo que se hace necesaria su evaluación bajo condiciones locales, a fin de determinar su potencial en el control de malezas características de determinada zona (Hidalgo 2016).

Es necesario mantener el cultivo de malas hierbas, especialmente durante los primeros 30 días, utilizando herbicidas para malezas de hoja ancha o gramíneas en aplicaciones pre o post emergente temprano y para malezas de hoja ancha y ciperáceas entre los 10 a 15 días de edad del cultivo (Brando et al. 2014).

El presente documento tuvo como finalidad estudiar el control químico de malezas en el cultivo de Sorgo (*Sorghum* spp.) y su incidencia en la producción.

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del tema caso de estudio

El presente documento hace referencia al control químico de malezas en el cultivo de Sorgo (*Sorghum* spp.) y su incidencia en la producción.

Las malas hierbas son plantas que aparecen en lugares no deseados y que interfieren negativamente en el correcto desarrollo del cultivo, son capaces de competir con el mismo, dando lugar esta competencia a la reducción del rendimiento productivo. Un deficiente control de las malas hierbas en una explotación, resulta ser un factor limitante de la producción.

1.2. Planteamiento del problema

En el Ecuador son escasos los catálogos de malezas o arvenses en cultivos, algunos son parte de trabajos de titulación no publicados o informes técnicos de difícil acceso a productores, estudiantes e investigadores, y los que existen son de zonas específicas. Por lo cual la aplicación de agroquímicos es generalizada, sin tomar en cuenta la biología de la planta mal llamada maleza (Amaya *et al.* 2018).

La competencia por nutrientes, humedad y luz que ejercen las malezas, reducen el rendimiento a más de retardar y dificultar la cosecha. (Brando *et al.* 2014).

Las malezas son consideradas un problema difícil de controlar en los cultivos debido a su alta resistencia a los agroquímicos, competencia por nutrientes, luz, agua, y pueden ser hospederas de patógenos e insectos plagas (Amaya *et al.* 2018).

1.3. Justificación

El sorgo es un cereal en la zona subtropical, ya entra en la mayoría de los alimentos balanceados utilizados en el país y sobre todo por su notable resistencia a la sequía lo que permite su siembra en sucesión o rotación con cultivos de verano, como la soya y el algodón. El consumo de sorgo per cápita es elevado en países o en algunas regiones de esos países donde el clima no permite la producción económica de otros cereales y donde los ingresos per cápita son relativamente bajos. Es una gramínea de doble propósito como forraje y en grano es más utilizado para preparar alimento balanceado para animales (Hidalgo 2016).

En Ecuador el sorgo se presenta como una alternativa para las zonas agrícolas, especialmente en las zonas donde las áreas de cultivos de ciclo corto han sido reducidas por problemas bióticos y abióticos. Entre las zonas potencialmente aptas para este cultivo se encuentran las provincias del Guayas, Los Ríos y Manabí, pero también puede cultivarse, en zonas secas, después de la cosecha del arroz o maíz, aprovechando la humedad remanente que queda en dichos suelos (Villamar 2016).

Desde el punto de vista agronómico las malezas fueron definidas como aquellas plantas, exóticas o nativas que interfieren negativamente en cultivos importantes para el humano. Conocer la composición de especies de malezas en un lugar es el primer paso para conocer el grado de afectación y el posterior manejo de malezas. En este sentido, el manejo integrado de malezas (MIM) plantea tomar en consideración la identidad taxonómica, la biología, la fenología, el tipo de reproducción y el nivel de infestación de las plantas introducidas en los cultivos para sugerir y ejecutar un manejo eficiente y sostenible garantizando el equilibrio ecológico de los agro-ecosistemas (Amaya *et al.* 2018).

1.4. Objetivo

General

Detallar información referente al control químico de malezas en el cultivo de Sorgo (*Sorghum* spp.) y su incidencia en la producción.

Específicos

- Identificar las malezas presentes en el cultivo de Sorgo.
- Establecer los diferentes métodos de control químico de malezas en el cultivo de sorgo.

1.5. Fundamentación teórica

1.5.1. Generalidades del cultivo de sorgo

Santos (2016) argumentan que:

El sorgo es originario de ciertas regiones semiáridas de África y Asia, donde se han cultivado desde hace más de cinco mil años; se introdujeron por primera vez en los Estados Unidos y se cultivaron a lo largo de la costa del Atlántico más o menos a mediados del último siglo.

El sorgo es un cultivo de origen tropical que posee una gran capacidad para adaptarse a diversos factores, gracias a los avances en mejoramiento genético, por lo que es considerado para la salud alimentaria como uno de los mejores cultivos a nivel mundial (Villamar 2016).

Tal como indica Carrasco *et al.* (2016):

El sorgo es una gramínea de origen tropical que ha sido adaptada, a través del mejoramiento genético, a una gran diversidad de ambientes, siendo considerado uno de los cultivos mundiales de seguridad alimentaria. Es por ello que se adapta muy bien al clima templado.

Plaza (2015) considera que:

El Ecuador, al igual que otros países de América Latina, tiene zonas potenciales donde se adapta muy bien el sorgo, teniendo amplias posibilidades de desarrollarse en áreas marginales con escasas precipitaciones, como en las provincias de: Guayas, Manabí, El Oro y Los Ríos. También se podrá cultivar en suelos que permanecen en descanso después de la época lluviosa, en los que antes se había sembrado arroz, como cultivo principal.

“En nuestro país el cultivo de sorgo granífero (*Sorghum bicolor* L.), ha adquirido gran importancia económica, porque sirve de materia prima para producir elaborados alimenticios industriales” (Ortega 2016).

La importancia del cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench.), ha aumentado considerablemente en los últimos años, debido a su utilización en la alimentación de seres humanos y animales. Por su alto grado de resistencia a enfermedades y su poca demanda de agua, en algunas regiones del mundo, el cultivo del sorgo desarrollado durante las últimas décadas, está sustituyendo el cultivo de maíz y otros cereales (Hidalgo 2015).

El sorgo tiene la particularidad de aportar elevadas cantidades de rastrojo que contribuyen a mejorar la cobertura de los suelos. Además presenta un sistema radical muy desarrollado y profundo que le permite muy buena exploración del perfil del suelo por un lado que contribuye a mejorar la estructura del mismo, ayudando a mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas (Carrasco *et al.* 2016).

1.5.2. Incidencia de malezas en los cultivos y control

Rosales (2014) informa que “La interferencia de la maleza en los cultivos ocasiona pérdidas en el rendimiento y calidad de los productos cosechados y las prácticas realizadas para su control, incrementan los costos de producción”.

Tuesca *et al.* (2018) señalan que:

Los niveles de pérdida causados por las malezas pueden oscilar entre 0 y 30 % para especies poco agresivas con bajos niveles de infestación hasta un 80 % para malezas más competitivas, en densidades muy altas y frecuentemente coexistiendo con el cultivo durante todo su ciclo.

El manejo de maleza debe considerar la integración de prácticas para el control de la maleza existente, como para prevenir la producción de nuevos propágulos, reducir su emergencia en los cultivos y maximizar la competitividad del cultivo hacia la maleza. El manejo integrado hace énfasis en la conjunción de medidas para anticipar y manipular las poblaciones de maleza, en lugar de reaccionar con medidas emergentes de control cuando se presentan fuertes infestaciones Rosales (2014).

Vitta *et al.* (2016) mencionan que:

El éxito en los programas de manejo de malezas depende en gran medida de la capacidad de predecir diferentes aspectos de la fenología del cultivo y de la maleza, como, por ejemplo, la emergencia de plántulas y vástagos o el crecimiento y desarrollo comparativo de las especies y su efecto sobre la competencia. Desde un punto de vista ambiental, económico y ético, el control, especialmente mediante herbicidas, es el paradigma actual en el cual se basa la reducción de las poblaciones de malezas.

En los agroecosistemas la presencia de malezas interfiere dificultando las tareas de siembra y cosecha y generando pérdidas de rendimiento por competencia con los cultivos. La magnitud de estas pérdidas varía en función de la interacción de numerosos factores tales como la composición de la comunidad de malezas, la abundancia relativa de cada una de las especies que la integran, las condiciones ambientales, la modalidad de conducción del cultivo, entre otros (Tuesca *et al.* 2018).

Paredes y Tejeda (2015) aclaran que:

La interferencia y competencia de las malezas son una de las causas de

los bajos rendimientos y pérdidas de las cosechas. Para el manejo de malezas se utilizan diferentes tácticas y alternativas, entre las que sobresale el uso de herbicidas. De ahí la importancia de evaluar nuevas sustancias y formulados que sean poco residuales y efectivos sobre los enmalezamientos.

La disminución en el rendimiento de los cultivos por malas hierbas es principalmente debida a la competencia por luz, agua y nutrientes. Además existen otros factores que hacen que sea necesario su control: Mejora de la producción de cultivos, ya que se ha estimado que un importante porcentaje de las pérdidas en las producciones agrícolas es debido a las malas hierbas (De Prado y Cruz 2016).

Robles y De la Cruz (2016) agregan que:

La maleza puede ser controlada en forma mecánica, cultural, biológica o química. El control químico de la maleza se realiza por medio de la aplicación de herbicidas y es una de las principales herramientas en la agricultura moderna. Sin embargo, el uso de herbicidas requiere de conocimientos técnicos para la elección correcta y aplicación eficiente y oportuna de estos productos.

De acuerdo a Rosales (2014), la maleza puede ser controlada en forma mecánica, cultural, biológica o química o con su integración. El control químico de la maleza se realiza por medio de la aplicación de herbicidas, que son productos que inhiben o interrumpen el crecimiento y desarrollo de una planta. En la actualidad, el control químico es una de las principales herramientas en la agricultura moderna.

El control químico de malezas, a través de la utilización de herbicidas, representa una de las prácticas agronómicas más necesaria de implementar a fin de lograr los más altos rendimientos dentro de la producción agrícola de este rubro. La efectividad de los herbicidas, y especialmente los aplicados en postemergencia, puede ser influenciada por diferentes factores como el volumen de aplicación, coadyuvantes,

mezclas con otros herbicidas y el tamaño de las malezas al momento de la aplicación (Hernández *et al.* 2015).

Rodríguez (2017) explica que “El método químico constituye el adelanto más importante en el control de malezas, caracterizándose por el uso de sustancias químicas capaces de destruir las malezas total o parcialmente, sin hacer daño al cultivo”.

Ormeño *et al.* (2014) consideran que “El control químico de malezas es la mejor alternativa económica disponible para reducir significativamente los efectos de la competencia. Para este efecto, varios herbicidas son usados para controlar plántulas emergentes de malezas”.

Rivas *et al.* (2015) determinan que:

Las malezas deben de ser controladas debido a que interfieren con el crecimiento y el rendimiento de las plantas. Existen herbicidas que por selectividad controlan malezas de hoja ancha pero no gramíneas; en contraste, otros herbicidas eliminan gramíneas sin causar daño a especies de hoja ancha.

Rodríguez (2017) analiza que:

Existen seis métodos principales para el control de las malezas: el mecánico, siembra por competencia, rotación de cultivos, biológico, el fuego y el químico. Con frecuencia la mejor forma, y la más económica también, para controlar las malezas es combinar dos o más de estos métodos. Ejemplo: se podría combinar el mecánico y el químico por el periodo de un año o emplear cualquier combinación apropiada durante varios años.

Zambrano (2016) expone que:

El control químico se entiende la utilización de productos herbicidas capaces de combatir las malas hierbas de manera total o parcial sin causar daños a las plantas cultivadas o al medio ambiente. El empleo de estos insumos requiere de cierto nivel de tecnología y conocimiento.

Además, es importante señalar; que los herbicidas tratan de solucionar algunas de las desventajas que presentan los controles manuales, mecánicos o físicos; como la lentitud de los trabajos, daños a los cultivos, deterioro del suelo entre otros efectos negativos.

El producto herbicida se debe elegir después de analizar el tipo de maleza. También es importante entre otros la dosis, la época de aplicación, el cubrimiento y la calidad de la mezcla. Ciertos herbicidas aplicados como preemergentes o postemergentes, pueden ser una alternativa viable para reducir las poblaciones de malezas; esta reducción en la densidad poblacional de malezas, proporcionará a la planta un ambiente más propicio para expresar al máximo su potencial productivo (Hidalgo 2015).

Además, en el mercado de agroquímicos, se encuentran disponibles productos liberados al mercado hace mucho tiempo, los cuales presentan cierto grado de efectividad en el control de malezas; productos nuevos han sido liberados al mercado, por lo que se hace necesaria su evaluación bajo condiciones locales, a fin de determinar su potencial en el control de malezas características de determinada zona (Hidalgo 2015).

Barceló y Rica (2018) mencionan que:

Las malezas pueden resistir a la acción de un herbicida químico cuando no se alternan los métodos de control y producen semillas que originan plantas resistentes, al uso frecuente del mismo modo de acción del herbicida. Para el manejo de las malezas se debe diagnosticar la situación del lote, planificar las estrategias por seguir, ejecutarlas a tiempo y evaluar sus resultados.

1.5.3. Malezas presentes en sorgo

La comunidad de malezas presentes estuvo conformada por poblaciones de *Digitaria sanguinalis*, *Panicum capillare* y *Chenopodium album*, que

fueron las más abundantes, y que produjeron 6,03 ton/ha de materia seca a la floración del sorgo granífero. Esas malezas provocaron pérdidas casi totales de rendimiento. Sobre estas pérdidas no tuvo efecto alguno la estructura del cultivo. El número de las panojas y el tamaño de las mismas explicaron los rendimientos obtenidos (Battaglia et al. 2017).

Entre las principales especies que se asocian al sorgo se pueden citar a los bledos del género *Amaranthus* y bejuocos del género *Ipomoea*. Mientras que entre las malezas gramíneas se pueden citar a varias especies de los géneros *Echinochloa*, *Leptochloa* y *Setaria*, destacando el zacate Johnson *Sorghum halepense* (L.) Pers y la cañita *Sorghum bicolor* (L.) Moench, por ser del mismo género que el sorgo para grano (Intagri 2021).

Vademécum Agrícola (2016) indica que:

Las malezas presentes en sorgo son Paja, moco de pavo (*Echinochloa* spp.) Caminadora (*Rottboellia* spp.) Pata de gallina (*Eleusine indica*) Paja mona (*Leptochloa filiformis*) Guarda rocío (*Digitaria sanguinalis*) Pasto Johnson (*Sorghum halapense*) Falsa caminadora (*Schaemun rugosum*) Bledos (*Amaranthus* spp.) Verdolaga (*Portulaca oleracea*).

1.5.4. Control de malezas en sorgo

En sorgo forrajero, la presencia de ciertas malezas puede disminuir la palatabilidad del forraje debido a los malos sabores que le imparte. El control de malezas debe ser sistemático e integrado, no existiendo un método de control que se adapte a todos los problemas, por esto se debe buscar la adaptación del método según la variedad, la disponibilidad de mano de obra y maquinaria, factores climáticos y tipo de malezas presentes en el campo. Dentro de los métodos de control están cultural, químico y mecánico (Torrado 2016).

Carrasco et al. (2016) señala que “Las malezas compiten con el cultivo

de sorgo por luz, agua y nutrientes con diferente intensidad dependiendo del momento relativo de emergencia cultivo-maleza, la agresividad de la maleza y las condiciones ambientales (fundamentalmente humedad y fertilidad de suelo)".

Villamar (2016) informa que:

Las plántulas de sorgo son débiles y crecen lentamente durante las primeras semanas posteriores a la germinación, el efecto de la competencia con las malezas en las primeras 3 o 4 semanas después de la emergencia puede ser devastadores, el período en que debe mantenerse limpio el cultivo.

Dentro de las practicas agronómicas comúnmente utilizadas para el control de malezas en sorgo, se podrían mencionar dentro del control químico y cultural, la aplicación de herbicidas preemergentes al momento de la siembra, y la escarda del campo al momento de realizar el aporque y fertilización complementaria del cultivo (Hidalgo 2015).

El sorgo, generalmente, tiene un crecimiento inicial muy lento en sus primeras etapas de desarrollo, influenciado por las temperaturas y las precipitaciones. Al encontrarse con bajas tasas de producción de biomasa, las malezas suelen ejercer su mayor perjuicio sobre el cultivo. En general, se considera que el cultivo debería estar libre de malezas en los primeros 30 días, para no disminuir significativamente la producción. Asimismo las emergencias tardías en el cultivo pueden afectar el llenado de grano en determinadas situaciones como así también producir inconvenientes en el momento de la cosecha (Carrasco *et al.* 2016).

El combate de malezas en el sorgo puede hacerse en forma mecánica o química, pero esta última es la más eficiente y oportuna para mantener una siembra limpia y a bajo costo. Si se hace en forma mecánica, son suficientes dos deshierbes con implementos manuales o cultivadoras para eliminar las malezas. Esto garantiza suelos laborables y gastos posteriores en limpieza, mínimos (Villamar 2016).

Determinar el comportamiento del sorgo bajo competencia de malezas, ha demostrado que el rendimiento puede ser reducido en un 58 %, cuando la primera desyerba se realiza a los 30 días, después de la emergencia del cultivo y 85 % cuando no se desyerba. Además de disminuir el rendimiento, las malezas presentes en cultivos de sorgo, causan una mayor incidencia de insectos al cultivo por ser hospederas de plagas como el cogollero (Torrado 2016).

Hidalgo (2015) explica que:

Es popular el uso de atrazina por los productores de sorgo; el amplio uso de este producto deriva del bajo costo del producto comercial y de la alta tolerancia del cultivo hacia el ingrediente activo del herbicida. De los diferentes grupos químicos de herbicidas, las triazinas son las más comúnmente utilizadas, siendo el maíz, el cultivo sobre el cual se aplica el mayor volumen de herbicidas.

Para el control de malezas en sorgo se recomiendan algunos herbicidas como Atrazina, Quizalofop-P-etil, 2-4 D amina. Se hace recomendaciones para control de malezas en sorgo, sus dosis según tipo de suelo y época de aplicación. Debido a que el sorgo es selectivo de algunos herbicidas se anotan algunas precauciones (Torrado 2016).

La atrazina, un producto que data de la década de los 60's, es el herbicida más utilizado en pre-emergencia al sorgo y a las malezas. Es común que la aplicación de atrazina se realice al momento de la siembra para evitar el establecimiento de las malezas y su competencia temprana (Intagri 2021).

“El control de malezas en sorgo utilizando herbicidas, es una práctica muy común. Algunas malezas gramíneas no son efectivamente controlables por herbicidas como atrazina, por lo que es necesario recurrir al uso de graminicidas como por ejemplo alaclor o metolaclor” (Hidalgo 2015).

El uso de atrazina a razón de 1,0 kg i.a/ha es muy conveniente en lotes

con antecedente de fuertes infestaciones de malezas anuales de hoja ancha. Sin embargo, hay que tener cuidado con su dosis aplicada en suelos arenosos y con menos de 1% de materia orgánica, ya que si ocurren lluvias torrenciales la atrazina se puede lixiviar y causar daños al sorgo (Intagri 2021).

El combate de malas hierbas se debe a la competencia por nutrientes, humedad y luz que ejercen las malezas, reduciendo el rendimiento, además de retardar y dificultar la cosecha. Es necesario mantener el cultivo libre de malas hierbas, especialmente durante los primeros 30 días. Para el efecto deben utilizarse herbicidas como Atrazina de 1 a 2 kg/ha para controlar malezas de hoja ancha o gramíneas en aplicaciones pre o post emergentes temprano. 2,4- D de 1 a 2 l/ha para malezas de hoja ancha y ciperáceas, aplicar al cultivo de 10 a 15 días de edad (Iniap 2016)

Cuando se tengan lotes con problemas de malezas gramíneas es aconsejable la mezcla de atrazina con los herbicidas acetoclor y s-metaloclor que tienen mayor acción sobre malezas gramíneas anuales. El uso de estos herbicidas requiere que la semilla de sorgo se trate con el protector fluxofenim que inhibe sus efectos tóxicos sobre el sorgo al incrementar la acción de las enzimas que metabolizan estos herbicidas (Intagri 2021).

Vademécum Agrícola (2016) publica que: “Pendimetalin en dosis de 3,0 l/ha es un herbicida residual de acción prolongada, selectivo para el cultivo de sorgo. Aplicado en postemergencia mezclado con Atrazina es eficaz para eliminar la gran mayoría de malezas gramíneas y algunas de hoja ancha”.

Investigaciones realizadas refieren que del control temprano con residualidad, ya que el máximo rendimiento se obtuvo con una mezcla de herbicidas aplicado en el momento clave (preemergencia), se pudo observar que el control con 2,4-D no alcanzó obtener rendimientos aceptables. Esto permitió destacar la agresividad de las malezas

gramíneas sobre el cultivo respecto a las de hoja ancha (Carrasco *et al.* 2016).

Los mismos autores señalan que en postemergencia, para el control químico de malezas de hoja ancha se pueden utilizar una serie de herbicidas como el 2,4-D y picloram. La ventana de aplicación para estos productos es entre 3 y 8 hojas, siempre tratando de aplicar lo más temprano posible (Carrasco *et al.* 2016).

1.6. Hipótesis

Ho= Control químico de malezas no influye en la producción del cultivo de Sorgo (*Sorghum* spp.).

Ha= Control químico de malezas influye en la producción del cultivo de Sorgo (*Sorghum* spp.).

1.7. Metodología de la investigación

Para el desarrollo de la presente investigación se recopiló información de textos, revistas, bibliotecas virtuales y artículos científicos.

La información obtenida fue resumida y analizada en función del control químico de malezas en el cultivo de Sorgo (*Sorghum* spp.) y su incidencia en la producción.

CAPÍTULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

La presente investigación trata sobre el control químico de malezas en el cultivo de Sorgo (*Sorghum* spp.) y su incidencia en la producción

El manejo integrado de malezas en sorgo debe considerar la aplicación de prácticas de control oportunas para evitar los daños directos por competencia de las malezas por luz, agua y nutrimentos.

2.2. Situaciones detectadas (hallazgo)

Entre las situaciones detectadas se destacan:

Cuando existe infestación de más de 1000 plantas por metro cuadrado y con predominancia de dicotiledóneas, se encuentran pérdidas de rendimiento de hasta 100 %, lo que depende del periodo en el cual compita la maleza con el cultivo de sorgo.

La competencia de malezas por un periodo no menor de 28 días a partir de la emergencia del cultivo, o posterior a los 42 días de la misma no influye significativamente en los rendimientos.

Las sistema malezas gramíneas y latifoliadas constituyen uno de los factores nocivos en los cultivos de sorgo, ocasionando pérdidas en rendimiento que oscilan entre un 30 a 70 %, aumentando los gastos de manejo de los potreros destinados a producción y creando problemas en la rotación.

2.3. Soluciones planteadas

Entre las soluciones planteadas se destacan:

Aplicar el control químico de malezas en el cultivo de sorgo para lograr incrementar los rendimientos por unidad de superficie.

El control químico de malezas debe de realizarse entre el periodo comprendido entre 28 y 42 días de emergencia del cultivo, para que no exista competencia por agua, luz y nutrientes durante ese periodo en la plantación.

2.4. Conclusiones

Entre las conclusiones se destacan:

En el Ecuador, las zonas potenciales donde se adapta muy bien el sorgo, es en las provincias de Guayas, Manabí, El Oro y Los Ríos. También se podrá cultivar en suelos que permanecen en descanso después de la época lluviosa, en los que antes se había sembrado arroz, como cultivo principal.

El control químico de la maleza es el principal método de control de malezas en el cultivo de sorgo, mediante la aplicación de herbicidas en forma correcta y aplicación eficiente y oportuna de estos productos.

Las principales malezas presentes en sorgo son Paja, moco de pavo (*Echinochloa* spp.) Caminadora (*Rottboellia* spp.) Pata de gallina (*Eleusine indica*) Paja mona (*Leptochloa filiformis*) Guarda rocío (*Digitaria sanguinalis*) Pasto Johnson (*Sorghum halapense*) Falsa caminadora (*Schaemum rugosum*) Bledos (*Amaranthus* spp.) Verdolaga (*Portulaca oleracea*).

Las combinaciones de herbicidas que proporcionaron el mejor porcentaje de control de malezas es Atrazina + Pendimethalin.

2.5. Recomendaciones

Las recomendaciones propuestas son:

Realizar estudios en campo, utilizando variaciones de productos y dosis

aplicadas en las plantaciones, por falta de investigaciones actualizadas sobre control de malezas en el cultivo de sorgo.

Validar estudios en diferentes regiones con diferentes problemas de malezas.

Efectuar monitoreos de residuos de herbicidas en el suelo, en las áreas donde se siembra sorgo, a fin de evitar sesgos en el caso de altos niveles de determinado herbicida antes de su aplicación.

BIBLIOGRAFÍA

- Amaya, A., Santos, M., Morán, I., Vargas, P., Comboza, W., Lara, E. 2018. Malezas Presentes en Cultivos del Cantón Naranjal, Provincia Guayas, Ecuador. *INVESTIGATIO*, (11), 1-16.
- Barceló, H., Rica, S. J. C. 2018. Mejorando la competitividad del arroz en América Latina mediante el cierre de brechas de rendimiento.
- Battaglia, L., Mendía, E., Torno, C. 2017. Dosis reducidas en herbicida y estructura del cultivo como método de control de malezas en sorgo granífero (*Sorghum bicolor*). *Revista de la Facultad de Agronomía*, 11, 78.
- Brando, A., Basante, G., Bayas, W., Romero, V. 2014. Guía breve cultivo sorgo granífero. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Folleto. Pág. 11.
- Bravo, B. D. A., Pacheco, F. A., Pérez, J. J. R., Mesa, R. R., Yáñez, J. C. O., Salvatierra, J. B. 2021. Comportamiento agronómico y productivo de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) en zonas agroecológicas de la Región Costa del Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 168-178.
- Carrasco, N., Zamora, M. S., Melin, A. 2016. Manual de sorgo (No. 633.174). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Argentina).
- De Prado, R., Cruz, H. 2016. Mecanismos de resistencia de las plantas a los herbicidas. Departamento de Química Agrícola y Edafología, Campus de Rabanales, Edif. Marie Curie, 14071-Córdoba, España
- Gomes Casseres Gutiérrez, E., González Montes, M. 2016. Control integrado de malezas en el cultivo del sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench) en la zona agrícola de Gaira distrito de Santa Marta (Bachelor's thesis, Universidad del Magdalena).
- Hernández, M., Arreaza, J., Lazo, V. 2015. Evaluación de nicosulfuron en el control de *Rottboellia exaltata*, *Euphorbia heterophylla* y *Aldama dentata* en el cultivo de Sorgo aplicado en tres diferentes estadios de desarrollo de las malezas. *Revista de la Facultad de Agronomía. Versión impresa* ISSN 0378-7818. Rev. Fac. Agron. v.19 n.4.

- Hidalgo, J. C. 2015. Evaluación del control químico de cuatro malezas en Sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench.), en el valle del Zamorano.
- Iniap. 2016. Cultivo del sorgo granifero guía breve. Guayaquil, EC: INIAP, Estación Experimental Boliche, Programa de Sorgo. Boletín Divulgativo no. 185. 11 p.
- Intagri. 2021. Manejo Integrado de Malezas en Sorgo. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/cereales/manejo-integrado-de-malezas-en-sorgo>
- Ormeño, J., Fuentes, F., Soffia, V. 2014. Tolerancia del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) A aplicaciones post trasplante del herbicida halosulfuron-metil. Agricultura Técnica. Versión impresa ISSN 0365-2807. Agric. Téc. v.63 n.2
- Ortega Ramírez, E. L. 2016. Efecto de siete distancias de siembra en el comportamiento agronómico y rendimiento de grano en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L.)p83g19', en el cantón Ventanas, provincia de los Ríos.
- Paredes, E., Tejeda, M. 2015. Manejo de arvenses en sucesión con frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y el uso de herbicidas. Fitosanidad: un enfoque de sanidad vegetal. Vol. 19 Núm. 2.
- Plaza Rodríguez, J. D. J. 2015. Evaluación del comportamiento agronómico y rendimiento de grano del híbrido de sorgo (*Sorghum vulgare* L.) Pioneer 83g19, sometido a tres densidades de siembra y tres distancia entre hileras en la zona de Vinces.
- Rivas, F., Castillo, J., Ortega, L. 2015. Selectividad de herbicidas y control de malezas para establecer una asociación cultivo-malezas. Téc Pecu Méx;47(4):339-355
- Robles, E. R., De la Cruz, R. S. 2016. Clasificación y uso de los herbicidas por su modo de acción. SAGARPA.
- Rodríguez León, E. 2017. Efecto de seis herbicidas para el control de malezas en el cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L.)en Tingo María.
- Rosales, E. 2014. Clasificación y uso de los herbicidas por su modo de acción. INIFAP - Campo Experimental Río Bravo. Folleto Técnica N° 35, ISBN. 9688006661
- Santos Bastidas, J. 2016. Efecto de la interacción entre densidades

- poblacionales en el rendimiento de grano del cultivo de Sorgo. Babahoyo.
- Torrado, P. 2016. Control de malezas en sorgo. Experimentos del Programa de Fisiología Vegetal del ICA
- Tuesca, D. I., Nisensohn, L., Sabbatini, M. R., Chantre Balacca, G. R. 2018. Resistencia de malezas a herbicidas: evolución y estrategias de manejo. Vademécum Agrícola. 2016. Herbicida Paroli. Disponible en <https://quickagro.edifarm.com.ec/pdfs/productos/PAROLI-20160816-110327.pdf>
- Villamar Alvarado, M. 2016. Evaluación agronómica de 10 híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) en la zona de Julio Moreno, provincia de Santa Elena. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Vitta, J. I., Tuesca, D. H., Puricelli, E. C., Nisensohn, L. A., Faccini, D. E. 2016. El empleo de la información ecológica en el manejo de malezas. Ecología austral, 12(1), 083-087.
- Zambrano Cercado, J. L. 2016. Efecto de diferentes mezclas de herbicidas en el control de las principales malezas nocivas asociadas al cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil.