



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



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 AGROPECUARIO

TEMA:

“Evolución de la resistencia de malezas al control químico en arroz
bajo riego”.

AUTOR:

Antonio Joel Cortez Rodríguez.

TUTOR:

Ing. Agr. Xavier Gutiérrez Mora, MAE.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2021

RESUMEN

El tema que se desarrolló en el documento fue la evolución de la resistencia de malezas al control químico en arroz bajo riego. Las malezas constituyen una de las principales plagas que afectan al cultivo de arroz, especialmente bajo condiciones de riego, el combate de las malezas en arroz es una labor importante y costosa que alcanza hasta un 26% del costo total del cultivo. La aparición tardía de algunas malezas gramíneas en el arroz, es un problema común, debido a que en muchas ocasiones no se dan las condiciones adecuadas para una buena efectividad del combate convencional. Entre las conclusiones se destacan diagnosticar incidencia de malezas con monitoreos contantes; efectuar controles adecuados para Paja trigo o falsa caminadora (*Ischaemum rugosum*) en el cultivo de arroz bajo condiciones de riego, tratando de que los productos no causen resistencia y que los organismos gubernamentales efectúen planes de capacitación a los agricultores que se dedican a la producción de arroz bajo riego.

Palabras claves: resistencia, malezas, herbicidas, arroz, riego.

SUMMARY

The topic that was developed in the document was the evolution of weed resistance to chemical control in irrigated rice. Weeds constitute one of the main pests that affect rice cultivation, especially under irrigated conditions, combating weeds in rice it is an important and expensive work that reaches up to 26% of the total cost of the crop. The late appearance of some grass weeds in rice is a common problem, because on many occasions the adequate conditions are not given for a good effectiveness of conventional combat. The conclusions include diagnosing the incidence of weeds with constant monitoring; carry out adequate controls for wheat straw or false treadmill (*Ischaemum rugosum*) in rice cultivation under irrigated conditions, trying that the products do not cause resistance and that government agencies carry out training plans for farmers engaged in the production of rice under irrigation.

Keywords: resistance, weeds, herbicides, rice, irrigation.

CONTENIDO

| | |
|--|----|
| 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. Objetivos..... | 4 |
| 1.4.1. General | 4 |
| 1.4.2. Específicos..... | 4 |
| 1.5. Fundamentación teórica..... | 5 |
| 1.6. Hipótesis | 18 |
| 1.7. Metodología de la investigación | 18 |
| CAPÍTULO II..... | 20 |
| RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN..... | 20 |
| 2.1. Desarrollo del caso | 20 |
| 2.2. Situaciones detectadas | 20 |
| 2.3. Soluciones planteadas | 24 |
| 2.4. Conclusiones | 24 |
| 2.5. Recomendaciones | 24 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 25 |
| ANEXOS..... | 28 |
| Modelo de encuestas realizadas a los productores. | 28 |

INTRODUCCIÓN

El arroz es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial; se considera el más importante del mundo por la extensión de la superficie en que se cultiva y la cantidad de personas que dependen de su cosecha. Constituye uno de los cereales más ampliamente cultivados en el mundo, con una producción promedio anual de aproximadamente 476 millones de toneladas métricas (Rives *et al.* 2017).

El arroz con riego pero sin inundación permanente constituye un ambiente ideal para el crecimiento agresivo de malezas. Esta situación también es común en el arroz de secano favorecido, el que se siembra en forma extensiva en América Central y en ciertas áreas de América del Sur y por consiguiente en Ecuador. El arroz de riego y de secano favorecido se cultiva sobre todo en suelos pobremente drenados, que por lo general no son aptos para la siembra de cultivos en rotación. Por lo tanto, el arroz se siembra con frecuencia en forma continua en las mismas tierras, práctica que exacerba aún más los problemas de malezas. En el arroz de secano, que ocupa las áreas de producción más extensas, el agua es escasa y los arroceros tienen que luchar con las malezas que consumen la poca humedad disponible en el suelo en etapas críticas del crecimiento del cultivo (Valverde *et al.* 2016).

Las malezas agresivas que ejerce una interferencia negativa en muchos cultivos. El patrón de aplicación de herbicidas en el cultivo ha cambiado en los últimos 14 años, por cuanto antes se usaba herbicidas preemergentes para el control de la paja y actualmente se realiza mayoritariamente con nicosulfuron de aspersión postemergente (Delgado *et al.* 2018).

La acción de los graminicidas está influida por la especie de gramíneas, el estado de crecimiento, hidratación de la maleza, factores ambientales como temperatura, lluvia y el contenido de agua del suelo; que actúan directamente en la absorción, transporte, y en la actividad del producto sobre la maleza (Fernández y Ortíz 2016).

Investigaciones en control de malezas, específicamente sobre el uso de herbicidas sistémicos, capaces de combatir gramíneas, aplicados en postemergencia al cultivo y a las malezas corroboraron la posible utilidad de este tipo de herbicidas en arroz, e informaron que fenoxaprop-etil, fluazifop-butil y haloxifop-metil, a 60 y 90 g i.a./ha, fueron suficientes para el control de las gramíneas comunes y agresivas, sin perjuicios aparentes para el cultivo (Moya 2017).

El presente documento tuvo como finalidad estudiar la evolución de la resistencia de malezas al control químico en arroz bajo riego.

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del tema caso de estudio

El presente documento trata sobre la evolución de la resistencia de malezas al control químico en arroz bajo riego.

Es necesario buscar el control químico adecuado, a fin de evitar la resistencia de las malezas a los herbicidas.

1.2. Planteamiento del problema

Los agricultores de arroz bajo riego y secano, a nivel mundial, nacional y local enfrentan muchos problemas durante el desarrollo y crecimiento del cultivos, entre los que se destacan problemas de insectos – plagas, escasa nutrición y deficiente manejo de malezas, lo que muchas veces les causa pérdidas o bajos rendimiento de sus cosechas.

Las malezas son aquellas plantas indeseables que compiten con los cultivos por agua, luz y nutrientes, por tanto es necesario realizar controles adecuados que permitan disminuir su infestación, que muchas veces esta labor se ha disminuido con el tiempo por el uso reiterado de los mismos herbicidas en el mismo cultivo o por elevadas dosis de aplicación, es decir por la acción de malas prácticas agronómicas.

Complementado a ello, los herbicidas con el mismo modo de acción desarrollan “resistencia” por su alta residualidad en el suelo, y elevada población de malezas y frecuencia general de plantas de resistencia debido a los genes.

1.3. Justificación

El combate de las malezas en arroz es una labor importante y costosa que alcanza hasta un 26% del costo total del cultivo. La aparición tardía de algunas malezas gramíneas en el arroz, es un problema común, debido a que en muchas ocasiones no se dan las condiciones adecuadas para una buena efectividad del combate convencional; además el propanil, herbicida ampliamente usado en el combate convencional, no tiene acción residual. Una importante maleza es la que se caracteriza por un crecimiento rápido, germinación escalonada y gran capacidad de propagación. Para combatir esta maleza en estado avanzado de desarrollo, se requiere de dosis más altas de herbicida, lo que eleva los costos y perjudica la cosecha; se convierte, por eso, en un problema difícil (Moya 2017).

Por lo expuesto se justifica la presente investigación, con la finalidad de estudiar la evolución de las malezas a la resistencia al control con herbicidas gramínicidas en arroz bajo riego.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

Describir la evolución de la resistencia de malezas al control químico en arroz bajo riego.

1.4.2. Específicos

- Compilar información sobre la resistencia de malezas a herbicidas en la zona de Babahoyo.
- Detallar las malezas resistentes al control químico.

1.5. Fundamentación teórica

1.5.1. Influencia de las malezas en los cultivos

Según Menalled (2017):

La agricultura puede ser definida como el proceso mediante el cual el ser humano modifica las comunidades vegetales con el fin que un pequeño grupo de especies, a las que llamamos cultivos, produzcan alimentos, fibras, o energía. Dentro de este contexto, las malezas han sido tradicionalmente vistas como aquellas otras especies vegetales que, aunque no hayan sido sembradas, están presentes en el agroecosistema.

Heap (2017) sostiene:

El Estudio internacional de malezas resistentes a herbicidas (The International Survey of Herbicide-Resistant Weeds) controla la emergencia y la distribución de las malezas resistentes a herbicidas a nivel mundial, y puede ser una herramienta de utilidad para la identificación de las peores malezas resistentes a herbicidas que afectan a la agricultura en la actualidad. Actualmente existen 360 biotipos de malezas que han desarrollado resistencia a los herbicidas en 59 países.

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

En el caso de las malezas, ciertas nociones de demografía han influenciado históricamente la realización de distintas prácticas agronómicas. Por ejemplo, determinadas medidas culturales han tenido como objetivo central contener o reducir el tamaño de las poblaciones de malezas, ya sea maximizando la mortalidad o minimizando la fecundidad de las mismas. La importancia de esos conocimientos ha ido decreciendo simultáneamente con la modernización de la agricultura, de la mano de la ciencia y la tecnología.

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.

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.

Tuesca *et al.* (2018) relatan que:

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.

Menalled (2017) aclara que:

Ubicándose en el mismo nivel trófico que los cultivos, las malezas tienen la capacidad de competir por los nutrientes, el agua y la luz, perjudicar la cantidad y calidad de la producción agrícola, interferir en las labores de cosecha, y hospedar enfermedades e insectos plaga. Por ello, es común definir a las malezas como “plantas indeseables” o “plantas fuera de lugar”.

Ghera y Ferraro (2017) refieren que:

Actualmente la mayor parte de las cosechas de grano están provistas por sistemas de producción agrícola permanente. Esto ha inducido el reemplazo de especies y la selección de fenotipos nuevos en las poblaciones de las malezas que acompañan los cultivos. Estos cambios

se manifiestan a través de un incremento en las fallas en el control químico, debido a que las especies escapan, aumentan la tolerancia o resisten a los controles. En respuesta a estos problemas los agricultores han incrementado las dosis, la frecuencia de aplicación de herbicidas y el abanico de productos utilizados.

1.5.2. Generalidades de los herbicidas

Taberner (2017) afirma que:

Los herbicidas, a fin de que puedan conseguir mantener de forma sostenible al cultivo con los niveles de infestación de malas hierbas que se desea, deben ser complementados con «algo» más. Las malas hierbas tienen una gran capacidad de adaptación a la tecnología usada por el agricultor para mantener limpios sus campos. Además, cada especie tiene un comportamiento distinto frente a la actividad de un determinado herbicida.

Robles y De la Cruz (2016) plantean que:

Un herbicida es un producto químico que inhibe o interrumpe el crecimiento y desarrollo de una planta. Los herbicidas son usados extensivamente en la agricultura, industria y en zonas urbanas, debido a que si son utilizados adecuadamente proporcionan un control eficiente de maleza a un bajo costo.

Papa (2002) argumenta que:

Al aplicar un herbicida lo que hacemos, en realidad, es crear artificialmente condiciones ambientales negativas extremas para la vegetación en general, cuando usamos herbicidas de acción total o bien sólo para las malezas cuando empleamos herbicidas selectivos. Dentro de una comunidad o dentro de la población de una especie existe, en general, una gran diversidad lo que implica que algunos genotipos, eventualmente, puedan sobrevivir frente a esa agresión.

Para Vitta *et al.* (2016)

La mayor dependencia de herbicidas, y en particular de aquellos de amplio espectro y alta eficacia, provoca que dichos conocimientos sean cada vez menos significativos. En muchos casos, la pérdida de esos conocimientos populares no ha sido compensada con la aplicación de conocimientos ecológicos generados científicamente.

Menalled (2017) comenta que:

Si bien es cierto que a corto plazo las políticas de manejo de malezas centradas en el uso herbicidas han sido exitosas en términos de producción, eficiencia, y simplicidad; esta aproximación al manejo de las malezas ha sido altamente criticada por su alto costo ambiental, social, y económico.

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. Si bien la racionalidad de esta aproximación es comúnmente aceptada en el ámbito científico, su aplicación efectiva no ha sido significativa hasta el presente. Pese a ser criticado 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.

Valverde *et al.* (2018) consideran que:

Las rotaciones de herbicidas basadas en estos mismos criterios también atenúan la presión de selección. Los herbicidas persistentes imponen una mayor presión de selección que los no persistentes. La disminución de las dosis de herbicida puede agravar en vez de disminuir los problemas de resistencia, porque puede propiciar la selección de resistencia poligénica, es decir, la resistencia que depende de más de un gene y se manifiesta como un incremento progresivo en el grado de

resistencia de la planta de una generación a la siguiente.

1.5.3. Resistencia de malezas a herbicidas

Valverde *et al.* (2018) informan que:

Las características de la maleza y del herbicida influyen en la tasa de evolución de la resistencia. En el caso de la maleza, las características más importantes son la frecuencia de genes, el tamaño y la viabilidad del banco de semillas del suelo y la adaptabilidad al medio; en el herbicida se deben considerar factores como eficacia, dosis, frecuencia de aplicación y persistencia en el suelo.

Menalled (2017) indica que:

En respuesta a estos costos ambientales, sociales, y económicos se ha generado un consenso sobre la necesidad de desarrollar programas alternativos de manejo de malezas basados en las siguientes premisas. Primero, es necesario reducir la dependencia de insumos energéticos no-renovables en los sistemas agrícolas. Segundo, se debe incrementar el uso de procesos ecológicos que disminuyan la abundancia y/o el impacto de las malezas. Tercero, los programas de manejo de malezas deben ser desarrollados como un componente más de los sistemas de producción agrícolas. Finalmente, es necesario mantener o mejorar la productividad de los cultivos, los ingresos económicos de los productores, y la calidad del ambiente.

De Prado y Cruz (2015) expresan que:

La presión selectiva, impuesta por la aplicación continuada de herbicidas que caracteriza a los modernos sistemas de producción agrícola, es posible el desarrollo de biotipos de malas hierbas que dejan de ser controlados por un determinado producto al que originalmente eran susceptibles. Tal respuesta se conoce generalmente como resistencia, siendo una característica adquirida por una población (biotipo) de una especie que carecía de ella y ha sido definida por la HRAC la

habilidad/aptitud heredable de una especie vegetal a sobrevivir y reproducirse después del tratamiento de un herbicida a dosis normalmente letales para la misma especie susceptible.

Ghera y Ferraro (2017) exponen que:

Estas medidas, que apuntan a resolver las ineficiencias en el control de malezas, han acentuado en términos generales el problema de la reestructuración de las comunidades de malezas y el de la selección de poblaciones resistentes a los herbicidas. Ejemplos paradigmáticos de este proceso son la resistencia a glifosato y atrazina, dos de los herbicidas que se usan con mayor frecuencia.

Valverde *et al.* (2018) explican que:

En la práctica, la presión de selección depende de la dosis de herbicida utilizada, su eficacia y la frecuencia de aplicación. Por lo tanto, se puede disminuir la presión de selección mediante la aplicación de mezclas de herbicidas con diferentes mecanismos de acción y de degradación, que sean eficaces contra el mismo espectro de malezas.

Valverde *et al.* (2019) estiman que:

Más de 200 especies de malezas han evolucionado resistencia a herbicidas; en América Latina se han documentado 17 casos de resistencia. Catorce especies de malezas asociadas al cultivo del arroz son resistentes a herbicidas, principalmente a sulfonilureas y 2-4D. *Echinochloa colona*, ha evolucionado resistencia a propanil y fenoxaprop, y *E. crus-galli* a propanil, tiobencarbo y butaclor.

Ghera y Ferraro (2017) difunden que:

Las poblaciones de malezas resistentes a herbicidas pueden tomar gran importancia, infestando totalmente los lotes y derivando en la ineficacia del control químico como herramienta de manejo. A partir del reconocimiento de esos problemas, en diversos foros se han propuesto diversas medidas orientadas a reducir el reemplazo de poblaciones susceptibles por resistentes a herbicidas y la presión de selección hacia

fenotipos resistentes.

Valverde *et al.* (2018) determinan que:

Resistencia es la capacidad hereditaria natural de algunos biotipos dentro de una población para sobrevivir y reproducirse después del tratamiento con un herbicida que, bajo condiciones normales de empleo, controla efectivamente esa población de maleza.

Taberner (2017) destaca que:

Debe evitarse una repetición excesiva de la metodología utilizada para controlar las malas hierbas, evitando problemas secundarios que tienen los herbicidas en su control, como son las resistencias, las inversiones de flora y la generación de residuos en el medio. Así, de emplearse herbicidas, aunque no se deba descartar un empleo adecuado de los mismos, éstos deben ser complementados preferentemente con métodos no químicos de manera que se realice de la forma más completa posible, un manejo Integrado de las malas hierbas.

Ghera y Ferraro (2017) describen que:

Las rotaciones de cultivos, la utilización de secuencias de distintos herbicidas con modo de acción diferente, y la combinación en mezcla aparecen como tácticas para resolver el problema de poblaciones de malezas resistentes a herbicidas. Sin embargo, es importante considerar que estas herramientas en sentido general no resuelven el problema si no se consideran varios aspectos relacionados con los factores que controlan la selección de fenotipos resistentes a los herbicidas

De acuerdo a Valverde *et al.* (2018)

La evolución de la resistencia está íntimamente relacionada con la heredabilidad de los genes responsables de esa resistencia y con las características reproductivas y de polinización de cada especie de maleza, así como con la adaptabilidad al medio de las poblaciones resistentes.

Menalled (2017) considera que:

La selección de biotipos de malezas resistentes a herbicidas, la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, los problemas de salud de agricultores y consumidores, la disminución de la riqueza florística, el incremento de los costos de producción, y el flujo de genes entre cultivos y malezas son algunos de los problemas asociados al sobreuso de herbicidas.

Valverde *et al.* (2018) comentan que:

En algunos casos, los individuos resistentes están menos adaptados al medio en ausencia del herbicida que las plantas normales o susceptibles. Esta pérdida de adaptabilidad puede percibirse como un descenso en la eficiencia fisiológica de un proceso como la fotosíntesis, menor producción de semillas o disminución de la habilidad competitiva. La mayoría de las malezas resistentes, sin embargo, no son menos aptas que las normales, lo que dificulta aún más el manejo de la resistencia.

Heap (2017) asegura que:

Hoy en día, los productores enfrentan dos problema grandes de resistencia a herbicidas: el primero, es la incidencia cada vez más frecuente de malezas resistentes a más de un sitio de acción, y el segundo es la dependencia excesiva del glifosato en los sistemas de cultivo que ha aumentado rápidamente la cantidad de malezas resistentes al mismo.

Valverde *et al.* (2018) reportan que:

La mayoría de las malezas se tornan resistentes a los herbicidas debido a cambios en su sitio de acción. El segundo mecanismo en orden de importancia es el que se basa en el metabolismo acelerado o la rápida degradación del herbicida en la planta, como es el caso de la tolerancia al propanil en arroz. Con menor frecuencia, la resistencia puede atribuirse a absorción y transporte limitados o al “secuestro” del herbicida. En algunos casos, es posible que intervenga más de un

mecanismo, pero el resultado final es el mismo: el herbicida no está disponible en el sitio de acción en la maleza.

Heap (2017) señala que:

La resistencia a los herbicidas es la capacidad evolucionada de una población de malezas previamente susceptibles de soportar un herbicida y de completar su ciclo de vida cuando el herbicida se utiliza en dosis normales en una situación agrícola. Mediante mutaciones genéticas poco comunes y al azar, las poblaciones de malezas naturalmente contienen individuos resistentes a herbicidas a frecuencias muy bajas. Estas mutaciones genéticas al azar y poco comunes proporcionan a la maleza un mecanismo para resistir a los herbicidas.

Papa (2002) menciona que:

Resistencia: es la capacidad natural y heredable de un biotipo dentro la población de una especie de no ser controlada por un herbicida que con anterioridad le afectaba intensamente. Se admite que la resistencia se genera como consecuencia de la eliminación o severa reducción de los biotipos susceptibles de la maleza por acción reiterada del herbicida lo que determina un aumento en la frecuencia de los biotipos resistentes preexistentes en la población aunque con muy baja frecuencia.

Taberner (2016) manifiesta que:

El manejo de las poblaciones resistentes de malezas debe basarse también en la diversidad de métodos de control utilizados, no debe controlarse solo con herbicidas. Es especialmente sensible a las rotaciones de cultivo y a los retrasos de siembra.

Walsh (2018) informa que:

La resistencia a los herbicidas en especies de malezas problemáticas domina la producción de cultivos. Los herbicidas han sido un componente vital en la implementación exitosa de los sistemas de producción de cultivos de conservación. La disponibilidad de herbicidas altamente eficaces ha facilitado significativamente la implementación de

estos sistemas altamente productivos, no obstante, las muchas ventajas de los herbicidas sobre las demás prácticas de control de malezas ha llevado a una dependencia casi total del control de malezas del cultivo en base a herbicidas.

Valverde *et al.* (2019) expresan que:

La integración de prácticas de manejo ayudan a controlar las poblaciones resistentes y a prevenir la evolución de resistencia en las poblaciones aún susceptibles a propanil y a otros herbicidas. El uso de sinergistas como el piperofos y anilofos en mezcla formulada o de tanque con propanil permite el control de poblaciones resistentes sin aumentar sustancialmente el riesgo de fitotoxicidad al arroz. El desarrollo de variedades de arroz resistentes a herbicidas de amplio espectro puede ser una herramienta adicional en el manejo juicioso de la resistencia a herbicidas.

De Prado y Cruz (2015) consideran que:

En una planta, la resistencia puede ocurrir de una forma natural o puede ser inducida por técnicas como la ingeniería genética o selección de variantes resistentes obtenidas por cultivos de tejidos o mutagénesis. Esta definición, bastante completa en sí, presenta el problema de que se asume que la resistencia está asociada únicamente a factores de tipo fisiológico y/o morfológico.

Heap (2017) describe que:

Las malezas pueden resistir a los herbicidas a través de un sitio objetivo alterado, metabolismo mejorado, traslocación disminuida o mayor secuestro. La frecuencia de individuos resistentes depende de la especie de maleza y del sitio de acción del herbicida. Para algunos herbicidas, como los inhibidores de la ALS, la frecuencia de individuos resistentes antes de la aplicación de herbicida puede llegar a 1 en 10 000, por lo tanto, los inhibidores de la ALS tienden a desarrollar resistencia rápidamente.

Valverde *et al.* (2018) comentan que:

En esencia, la resistencia es un fenómeno natural que ocurre en forma espontánea en las poblaciones de malezas, pero que sólo se percibe cuando la presión de selección se aplica mediante el uso de herbicidas. En algunos casos, como el de los difenil-éteres (como el acifluorfen), no se han encontrado poblaciones resistentes a pesar del uso intensivo. Las razones no están muy claras, pero posiblemente se relacionan con el modo de acción particular de estos herbicidas.

De Prado y Cruz (2015) consideran que:

Una definición expandida del concepto de resistencia a herbicidas podría contemplar un punto de vista más funcional, incluyendo cambios fenológicos tales como el letargo. A diferencia de las plantas tolerantes, las resistentes suelen sobrevivir no sólo a las dosis de aplicación agrícola del herbicida sino a otras bastante superiores

Taberner *et al.* (2017) argumentan que:

La resistencia de las malezas a los herbicidas es un efecto secundario no deseado que se produce después de un uso reiterado de un determinado herbicida, por el cual una población de una maleza deja de ser controlada con la misma eficacia por un herbicida que, en condiciones normales, en un cultivo en concreto y a una determinada dosis de empleo, ejercería un control adecuado de la misma.

Heap (2017) manifiesta que:

Las malezas resistentes a herbicidas pueden diseminarse fácilmente como contaminantes en las semillas del cultivo, por la maquinaria, el agua, los animales, el viento y el polen.

Taberner *et al.* (2017) sostiene que:

La aparición de resistencia implica la disminución del uso de un determinado herbicida, que debe ser sustituido por otro herbicida o, incluso, por otros métodos de control que no impliquen el uso de herbicidas, si se quiere mantener un nivel adecuado de la población de

la maleza en el campo de cultivo.

Valverde *et al.* (2019) indican que:

Las poblaciones resistentes, en general pueden ser controladas con otros herbicidas alternativos, incluyendo al bispiribac sodio, clomazone, cyhalofop, fenoxaprop, glifosato, pendimetalina, piribenzoxim, y quinclorac. Sin embargo, existen poblaciones de E. colone resistentes a fluaziop-p-butilo, quizalofop y setoxidim.

Taberner *et al.* (2017) informan que:

La prevención de la aparición de resistencia implica la adopción de un manejo integrado de las malezas, dado que ningún método de control por si solo es capaz de controlarlas adecuadamente y de forma sostenible.

Esqueda *et al.* (2018) sostienen que:

La resistencia a herbicidas se define como la habilidad heredada de una maleza para sobrevivir a una dosis de herbicida con la cual normalmente se tendría un control efectivo. En este contexto, la resistencia es un proceso evolutivo en el que una población cambia de ser susceptible a ser resistente. Las plantas individuales no pasan de ser susceptibles a ser resistentes, sino que es la proporción de individuos originalmente resistentes dentro de la población, la que se incrementa a lo largo del tiempo.

Taberner *et al.* (2017) difunden que:

Dado que el agricultor utiliza el herbicida más efectivo y más barato posible, la aparición de las resistencias le implica un incremento de costes. Por ello, la prevención se ve como obligatoria si se desea disponer de la mejor herramienta de control durante el máximo periodo de tiempo posible.

De Prado y Cruz (2015) destacan que:

El término resistencia suele ir adjetivado con diversos modificadores que

hacen alusión a la posible pluralidad existente tanto en los mecanismos de resistencia que posee un individuo como en los herbicidas a los que éste es resistente. Surgen así los conceptos de resistencia cruzada y resistencia múltiple. Dependiendo de los autores consultados, estas definiciones se asociarán a mecanismos de resistencia:

- Resistencia cruzada: Aquella por la que un individuo es resistente a dos o más herbicidas debido a un solo mecanismo de resistencia.
- Resistencia múltiple: Aquella por la que un individuo posee más de un mecanismo de resistencia a uno o varios herbicidas

Taberner *et al.* (2017) explican que:

Se distinguen dos tipos de mecanismos por los cuales una maleza llega a ser resistente. Uno es la alteración del lugar de acción, ("*target site*"), otro es debido a un cambio en cualquiera de los procesos que intervienen en la acción del herbicida y que se conoce como resistencia de tipo metabólico, ("*non target site*").

Esqueda *et al.* (2018) acota que:

La resistencia cruzada se presenta cuando una población de malezas es resistente a dos o más herbicidas de la misma o diferente clase química, debido a la presencia de un mecanismo de resistencia único. Por su parte, la resistencia múltiple puede darse en respuesta al uso de dos o más herbicidas con diferente modo de acción, con lo que se tiene una selección de dos o más mecanismos de resistencia.

1.5.3. Malezas resistentes al control químico en arroz de riego

Barceló y Rica (2018) mencionan que:

El agua es un recurso muy importante para el desarrollo del cultivo del arroz malezas como los palos de agua (*Ludwigia* spp), los patos de agua (*Heteranthera* spp) y arrocillo (*Luziola subintegra*) requieren de altos volúmenes de agua para su desarrollo.

Cadena *et al.* (2020) señalan que:

Las malezas más importantes en el cultivo del arroz son las gramíneas y dentro de este grupo, *Echinochloa colona*, *Echinochloa crusgalli*, *Ischaemum rugosum* y *Leptochloa* spp. A este grupo de especies hay que agregar las formas no comerciales de *Oryza sativa* (arroz negro o rojo). El segundo grupo de malezas, en orden de importancia, son las ciperáceas, dentro de las cuales destacan *Cyperus esculentus*, *Cyperus ferax*, *Cyperus iria* y *Fimbristylis* sp. Estas especies son importantes ya que son difíciles de controlar y causan severos daños al cultivo.

Navarro (2018) explica que:

Según este estudio, las malezas más importantes en el cultivo de arroz son la *Digitaria sanguinalis* (paja blanca), *Oryza sativa* (arroz rojo), *Fimbristylis meliacea* (pelo de indio), *Echinochloa colona* (equinocloa), *Murdania nudiflora* (piñita) y *Ludwigia hyssopifolia* (palo de pozo).

Guzmán (2018) manifiesta que:

Las principales malezas encontradas previo a la aplicación postemprana, son *Echinochloa colonum*, *Cyperus iria*, *Cyperus esculentus* y *Ludwigia* sp. *Echinochloa colonum* y *Eclipta alba*.

1.6. Hipótesis

Ho= no es importante la evolución de la resistencia de malezas al control químico en arroz bajo riego.

Ha= es importante la evolución de la resistencia de malezas al control químico en arroz bajo riego.

1.7. Metodología de la investigación

Con la finalidad de desarrollar el presente documento se efectuaron encuestas a diez personas que se dedican a siembra del cultivo de arroz bajo riego. Las encuestas estuvieron conformadas por preguntas cerradas, que

fueron tabuladas y cuyos resultados fueron diagramados en gráficos circular.

Posteriormente se obtuvo información de libros, revistas, periódicos, artículos científicos, páginas web, ponencias que fueron sometidos a la técnica de análisis y resumen con temas referentes a la resistencia de malezas al control químico en arroz bajo riego.

CAPÍTULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

El tema que se desarrolló en el documento fue la evolución de la resistencia de malezas al control químico en arroz bajo riego.

Las malezas constituyen una de las principales plagas que afectan al cultivo de arroz, especialmente bajo condiciones de riego.

2.2. Situaciones detectadas

Entre las situaciones detectadas se destacan:

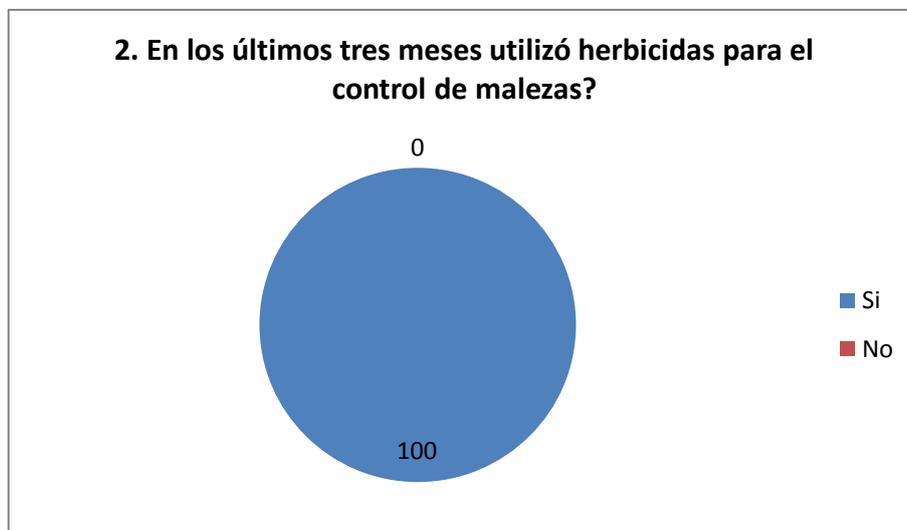
1. Nombre las principales malezas que afectan al cultivo de arroz bajo riego?

Entre los productores encuestados se determinó que el 18 % tiene mayor incidencia de Paja trigo, seguida de Caminadora y en menor incidencia el resto de malezas.



2. En los últimos tres meses utilizó herbicidas para el control de malezas?

El 100 % de los agricultores aplican herbicidas para el control de malezas.



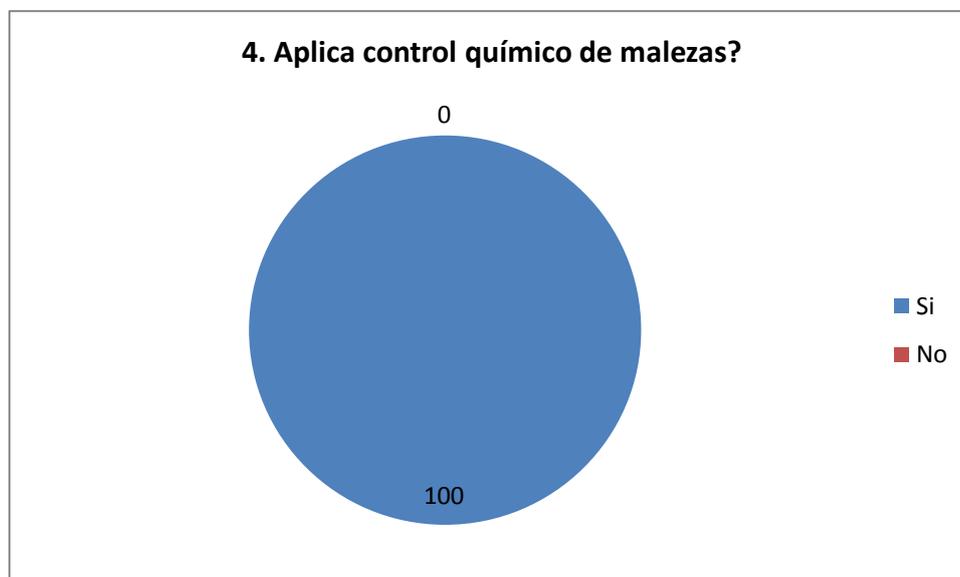
3. Conoce el manejo del control de malezas?

El 100 % de los productores de arroz bajo riego conoce el manejo de control de malezas.



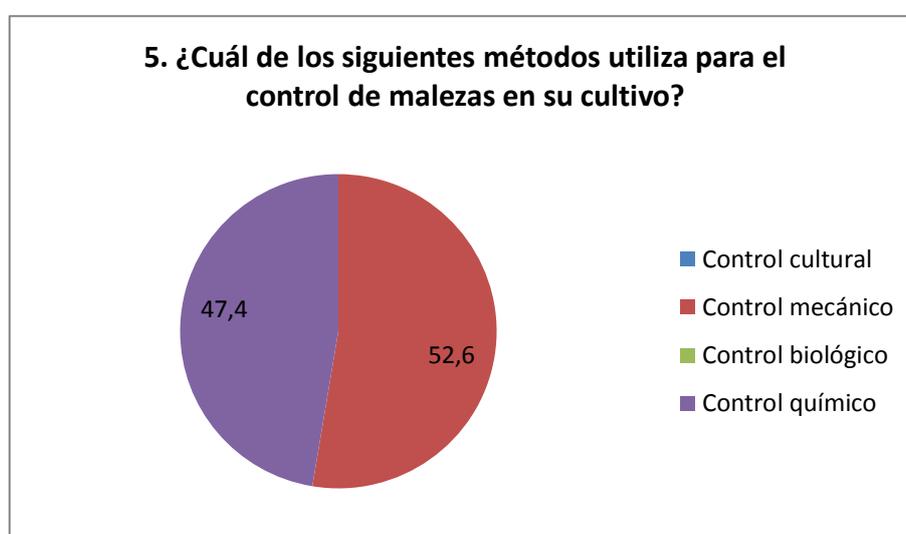
4. Aplica control químico de malezas?

La aplicación de control de malezas la realiza el 100 % de los agricultores.



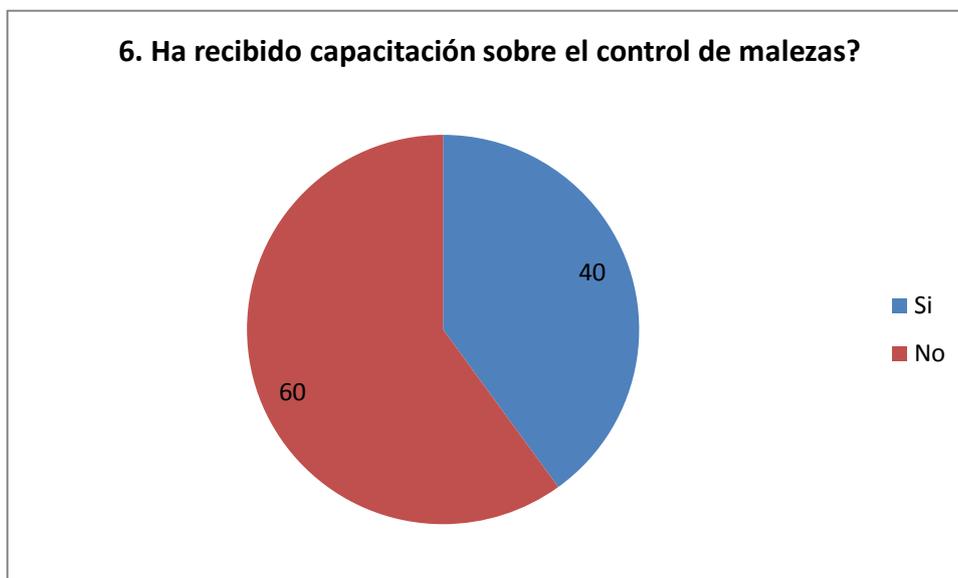
5. ¿Cuál de los siguientes métodos utiliza para el control de malezas en su cultivo?

El 52,6 % de los agricultores aplica el control mecánico y el 47,4 % aplica el control químico.



6. Ha recibido capacitación sobre el control de malezas?

El 60 % manifiesta que no ha recibido capacitación sobre el control de malezas, a diferencia del 40 % de agricultores que si ha recibido.



7. Cree Ud. que sus rendimientos en arroz bajo riego se ven afectados por la falta de control de malezas?

El 100 % de los agricultores manifiestan que que sus rendimientos de arroz bajo riego si se ven afectados por la presencia de malezas



2.3. Soluciones planteadas

Entre las soluciones planteadas se tienen:

Buscar métodos de control eficaz para el control de malezas bajo condiciones de riego.

Que organismos gubernamentales realicen planes de capacitaciones a los agricultores arroceros.

Identificar el porcentaje de infestación de las malezas a fin de buscar un control adecuado.

2.4. Conclusiones

Entre las conclusiones se destacan:

Diagnosticar incidencia de malezas con monitoreos contantes.

Efectuar controles adecuados para Paja trigo o falsa caminadora (*Ischaemum rugosum*) en el cultivo de arroz bajo condiciones de riego, tratando de que los productos no causen resistencia.

Que los organismos gubernamentales efectúen planes de capacitación a los agricultores que se dedican a la producción de arroz bajo riego.

2.5. Recomendaciones

Entre las recomendaciones planteadas se tienen:

Efectuar investigaciones sobre Paja trigo o falsa caminadora (*Ischaemum rugosum*) en arroz de riego.

Determinar medidas de control óptimo para malezas resistentes.

BIBLIOGRAFÍA

- Barceló, H., & Rica, S. J. C. (2018). Mejorando la competitividad del arroz en América Latina mediante el cierre de brechas de rendimiento.
- Cadena Piedrahita, D. (2021). Sustentabilidad de fincas productoras de Arroz bajo riego en el Cantón Badahoyo, Ecuador.
- De Prado, R., Cruz-Hipolito, H. (2015). Mecanismos de resistencia de las plantas a los herbicidas. *Seminario-Taller Iberoamericano " Resistencia a Herbicidas y Cultivos Transgénicos" INIA, FAO, Facultad de Agronomía*, 1-14.
- Delgado, M., Ortiz Domínguez, A., Zambrano, C. (2018). Poblaciones de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) WD Clayton con resistencia cruzada al foramsulfuron+ iodosulfuron. *Agronomía Tropical*, 58(2), 175-180.
- Esqueda Esquivel, Valentín A.; Zita Padilla, Gloria de los Ángeles; Rosales Robles Enrique. 2018. Resistencia a herbicidas
- Fernández, O., Ortíz, R. A. (2016). Evaluación de herbicidas graminicidas para el combate de gamalote (*Paspalum fasciculatum* Wild.) en palma aceitera (*Elaeis guineensis*). *Agronomía Mesoamericana*, 15-22.
- Ghera, C. M., Ferraro, D. O. (2017). Algunos aspectos acerca de la aparición de resistencia a herbicidas en poblaciones de malezas.
- Guzmán-Bermúdez, D. (2018). Manejo agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) sembrado bajo riego en finca Ranchos Horizonte; Cañas, Guanacaste, Costa Rica.
- Heap, I. (2017). Las peores malezas mundiales resistentes a herbicidas. *WeedScience. Aapresid*.
- Menalled, F. D. (2017). Consideraciones ecológicas para el desarrollo de programas de manejo integrado de malezas. *Agroecología*, 5, 73-78.
- Moya, J. C., Herrera Murillo, F., Soto, A. (2017). Influencia de la época de aplicación de dos fuentes de nitrógeno sobre la tolerancia del arroz (*Oryza sativa* L.) y (*Rottboellia cochinchinensis*) a fenoxapropetil y haloxifop-metil.
- Navarro, M. A. (2018). Complejo de malezas predominante en áreas de arroz de riego y seco en Panamá. Innovación tecnológica para el manejo

- integrado del cultivo de arroz. P 87.
- Papa, J. C. (2002). Malezas tolerantes y resistentes a herbicidas. *Actas del Seminario Sustentabilidad de la Producción Agrícola*. INTA, JICA, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires.
- Rives, N., Acebo, Y., Hernández, A. (2017). Bacterias promotoras del crecimiento vegetal en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). Perspectivas de su uso en Cuba. *Cultivos tropicales*, 28(2), 29-38.
- Robles, E. R., De la Cruz, R. S. (2016). Clasificación y uso de los herbicidas por su modo de acción. SAGARPA.
- Taberner Palou, A., Cirujeda Ranzenberger, A., Zaragoza Larios, C. (2017). Manejo de poblaciones de malezas resistentes a herbicidas. 100 preguntas sobre resistencias.
- Taberner, A. (2015). Manejo de poblaciones resistentes con herbicidas en los cultivos de cereales de invierno, maíz y arroz. *Taller Iberoamericano sobre Resistencia a Herbicidas y Cultivos Transgénicos*, 52-63.
- Taberner, A. (2017). Alternativas no químicas para el manejo integrado de malezas resistentes. Viabilidad del glifosato en sistemas productivos sustentables.
- Tuesca, D. I., Nisensohn, L., Sabbatini, M. R., Chantre Balacca, G. R. (2018). Resistencia de malezas a herbicidas: evolución y estrategias de manejo.
- Valverde, B. E., Chaves, L., Ramírez, F. (2019). La resistencia a herencia dificulta el manejo de malezas en el cultivo de arroz. *Memorias: conferencias magistrales*. In 1. *Síposium Internacional de ArrozSet 1998 México, DF (México)* (No. IICA-F30 11 No. 18). Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, México, DF (México) Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México, DF (México) IICA, México, DF (México).
- Valverde, B. E., Riches, C. R., Caseley, J. C. (2016). Prevención y manejo de malezas resistentes a herbicidas en arroz. Experiencias en América Central con *Echinochloa colona*. Costa Rica.
- Valverde, B. E., Riches, C. R., Caseley, J. C. (2018). Prevención y manejo de malezas resistentes a herbicidas en arroz. *Experiencias en América Central con Echinochloa colona*. Costa Rica.
- 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.

Walsh, M. 2018. Resistencia a los herbicidas en los cultivos australianos y su manejo. Compendio general de Malherbología. Pag. 18 - 25

ANEXOS

Modelo de encuestas realizadas a los productores.

1. Nombre las principales malezas que afectan al cultivo de arroz bajo riego.

a. _____

b. _____

c. _____

2. En los últimos tres meses utilizó herbicidas para el control de malezas?

Si ()

No ()

3. Conoce el manejo del control de malezas?

Si ()

No ()

4. Aplica control químico de malezas?

Si ()

No ()

5. ¿Cuál de los siguientes métodos utiliza para el control de malezas en su cultivo?

Control cultural ()

Control mecánico ()

Control biológico ()

Control químico ()

6. Ha recibido capacitación sobre el control de malezas?

Si ()

No ()

7. Cree Ud. que sus rendimientos en arroz bajo riego se ven afectados por la falta de control de malezas?

Si ()

No ()