



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



TRABAJO DE TITULACIÓN

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

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Caracterización morfológica de las malezas del género *Echinochloa*”

AUTOR:

Pedro Javier Amat Jiménez

TUTOR:

Ing. Agr. Dalton Cadena Piedrahita, PhD.

Babahoyo- Los Ríos - Ecuador

2022

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado:

Principalmente a Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y poderme permitir el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre, a mi abuela dora y mis tíos, por ser los pilares fundamentales en mi vida y siempre brindarme su amor, paciencia y apoyo incondicional tanto de la manera moral y económicamente lo que me ha permitido poder cumplir una meta muy importante.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por protegerme y darme salud, fuerzas y valor para poder culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco a mi familia por estar siempre apoyándome, aconsejándome y brindándome todo su cariño y confianza

A mis catedráticos que siempre estaban presentes brindándonos su apoyo y compartiéndonos sus mejores conocimientos para ser buenos profesionales y a las autoridades y personal que conforman la Universidad Técnica de Babahoyo por mantener una buena y excelente educación.

RESUMEN

Las plantas de este género *Echinochloa* muestran características muy variadas y su taxonomía es confusa. Las especies de malezas más cosmopolitas y económicamente importantes del género *Echinochloa* son: *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. y *Echinochloa colona*, ambas especies se dan en regiones templadas a tropicales en el mundo. Poseen todos los rasgos agresivos y capacidades de adaptación necesarios para sobrevivir y oponerse con éxito a una selección de condiciones geográficas y climáticas. Son arvenses tropicales anuales C4 de día rápido, tienen tendencia a crecer en climas intensos. Estas malezas se adaptan a numerosos niveles de temperatura y humedad para completar su ciclo de vida. La composición morfológica, fisiológica y bioquímica de estas arvenses les permite convertirse en un robusto competidor del arroz y otros cultivos. *E. Crus-galli* y *E. colona* pueden producir una enorme cantidad de semillas y aun así tener un nivel de latencia de semillas, lo que garantiza su propagación, así como la acumulación de bancos de semillas dentro del perfil del suelo. La información obtenida fue efectuada mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, con la finalidad de que el lector conozca sobre la caracterización morfológica de las malezas del género *Echinochloa*. Por lo anteriormente detallado se determinó que las especies de malezas más cosmopolitas y económicamente importantes del género *Echinochloa* son: *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. y *Echinochloa colona*, las mismas que pueden reducir los rendimientos de los cultivos hasta el 79%, por la competencia directa por nutrientes, agua, luz y espacio. Para el manejo de las especies de malezas del género *Echinochloa* spp. existen diversas alternativas como prácticas culturales que favorecen el manejo y control de *Echinochloa* spp. En las especies de malezas *E. crus-galli* y *E. colona* se han identificado poblaciones con resistencia a los herbicidas inhibidores de la ACCasa debido a una mutación dentro del sitio de acción del movimiento del herbicida.

Palabras claves: *Echinochloa*, competencia, morfología, manejo.

ABSTRACT

Plants of this genus *Echinochloa* show very varied characteristics and their taxonomy is confusing. The most cosmopolitan and economically important weedy species of the genus *Echinochloa* are: *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. and *Echinochloa colona*, both species occur in temperate to tropical regions in the world. They possess all the aggressive traits and adaptive capabilities necessary to survive and successfully oppose a selection of geographic and climatic conditions. They are fast-day C4 annual tropical weeds, with a tendency to grow in intense climates. These weeds adapt to numerous levels of temperature and humidity to complete their life cycle. The morphological, physiological and biochemical composition of these weeds allows them to become a robust competitor to rice and other crops. *E. crus-galli* and *E. colona* can produce an enormous amount of seeds and still have a level of seed dormancy, which guarantees their propagation, as well as the accumulation of seed banks within the soil profile. The information obtained was carried out through the technique of analysis, synthesis and summary, with the purpose of informing the reader about the morphological characterization of the weeds of the genus *Echinochloa*. From the above, it was determined that the most cosmopolitan and economically important weed species of the genus *Echinochloa* are: *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. and *Echinochloa colona*, which can reduce crop yields up to 79%, due to direct competition for nutrients, water, light and space. For the management of weed species of the genus *Echinochloa* spp. there are several alternatives such as cultural practices that favor the management and control of *Echinochloa* spp. In the weed species *E. crus-galli* and *E. colona*, populations with resistance to ACCase inhibitor herbicides have been identified due to a mutation within the site of action of the herbicide movement.

Key words: *Echinochloa*, competition, morphology, management.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
MARCO METODOLÓGICO	2
1.1. Definición del caso de estudio	2
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Justificación	2
1.4. Objetivos	2
1.4.1. Objetivo general	2
1.4.2. Objetivos específicos	3
1.5. Fundamentación teórica	3
1.5.1. Importancia de las malezas	3
1.5.2. Caracterización morfológica de las malezas del género <i>Echinochloa</i>	3
1.5.2.1. <i>Echinochloa colona</i>	4
1.5.2.1.1. Biología	6
1.5.2.1.2. Ecología	6
1.5.2.1.3. Germinación	6
1.5.2.1.4. Habilidades competitivas de <i>E. Colona</i>	7
1.5.2.2. <i>Echinochloa crus-galli</i>	7
1.5.2.2.1. Biología	8
1.5.2.2.2. Producción de semillas	10
1.5.2.2.3. Dispersión de las semillas	11
1.5.2.2.4. Germinación	11
1.5.2.2.5. Ecología	11
1.5.2.2.6. Habilidades competitivas de <i>E. Crus-galli</i>	12
1.5.3. Estrategias de manejo para el control de las especies de malezas del género <i>Echinochloa</i>	13
1.5.4. Resistencia de <i>Echinochloa</i> spp.	14
1.6. Hipótesis	15
1.7. Metodología de la investigación	16
CAPITULO II	17
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	17
2.1. Desarrollo del caso	17

2.2. Situaciones detectadas	17
2.3. Soluciones planteadas	18
2.4. Conclusiones	18
2.5. Recomendaciones	19
BIBLIOGRAFÍA	20

INTRODUCCIÓN

En el mundo existen alrededor de 30000 especies de malezas identificadas, en la cual algunas de estas malezas pueden afectar gravemente el potencial de rendimiento de los cultivos, dependiendo de la especie y las condiciones de establecimiento. Las malezas pueden presentar adaptabilidades diversas y peculiares a los ecosistemas para lograr tener un alto grado de supervivencia y multiplicación, en la cual han sido sometidas a variaciones de factores ambientales, competencia con cultivos y control de estas (Laborde y Santos 2017).

Las malezas como plantas silvestres lograr sobrevivir y permanecer en el tiempo de su capacidad reproductiva quedando los frutos y semillas depositadas bajo la planta madre o dispersados a distancias por diferentes mecanismos y avanzar en la invasión a nuevos sitios o cultivos.

El género *Echinochloa* pertenece a la familia Poaceae, en mismo que incluye un numero importante de malezas más problemáticas que se encuentran con frecuencia en el cultivo de arroz a nivel mundial. Se considera que posee alrededor de 50 especies de malezas anuales y perennes. Estas malezas están bien adaptadas a las condiciones húmedas y con frecuencia germinar y crecen en agua durante todo su ciclo de vida (Alvarado 2019).

Las variedades de especies de malezas de este género presentar características muy variadas y la taxonomía es algo confusa. Las especies más predominantes cosmopolitas importantes económicamente del genero *Echinochloa* son *E. crusgalli* y *E. colona*, ambas especies se encuentran en regiones templadas a tropicales en el mundo. Son catalogadas malezas de importancia económica en 60 países, 36 cultivo diferentes, con una concentración principal en la zona latitudinal desde 50 N a 40 S (Pedreros y Kramm 2018).

El presente trabajo se desarrolló para adquirir y mejorar los conocimientos sobre la caracterización morfológica de las malezas del género *Echinochloa*

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del caso de estudio

El presente documento trata sobre la temática correspondiente a la caracterización morfológica de las malezas del género *Echinochloa*.

1.2. Planteamiento del problema

Las especies de malezas del género *Echinochloa*, son las más comunes y numerosos, que provocan las mayores pérdidas en los cultivos que afectan por competencia, espacio, luz, agua, nutrientes y otros factores. Presentan diferentes hábitos de crecimiento y algunas características morfológicas. En cultivos de arroz especialmente pueden reducir severamente el rendimiento, con una pérdida promedio de 27,3 qq/ha, representando un en promedio una disminución del 36,4% del rendimiento. La resistencia de las especies de malezas del género *Echinochloa* se ve reflejada a la constante aplicación de herbicidas, lo cual genera una mayor predominancia en el suelo y en el cultivo, afectando los rendimientos de los cultivos.

1.3. Justificación

El género *Echinochloa* al ser considerando numerosos en cuanto a especies de malezas, mismas que provocan las mayores pérdidas económicas en los diferentes cultivos, es necesario conocer sus características morfológicas, su habiudad y estrategias de control de las especies de malezas importantes del género *Echinochloa*.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Compilar información sobre la caracterización morfológica de las malezas del género *Echinochloa*.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar las especies de malezas importantes del género *Echinochloa*.
- Describir las estrategias de manejo para el control de las especies de malezas del género *Echinochloa*.

1.5. Fundamentación teórica

1.5.1. Importancia de las malezas

Las malezas constituyen un componente plaga más importante en los cultivos, debido a que compiten con el cultivo y originan pérdidas en los rendimientos; incrementan el costo de producción, complican el manejo y la cosecha; infestan lotes dedicados a la producción de semillas y disminuyen su pureza física y específica. Provocan deficiencia en la salud humana y animal, por la contaminación ambiental relacionada con el uso de herbicidas para su control, dificultan el almacenamiento de granos y semillas; son medio de disseminación y hospederos de plagas; y disminuyen el valor de la tierra (Amaya *et al.* 2018)

Las malezas fueron consideradas desde el punto de vista agronómico como aquellas plantas, exóticas o nativas que interfieren negativamente en cultivos de importancia económica para el ser humano. Por eso es relevante conocer la composición de especies de malezas en un lugar definido, al igual que el grado de afectación y el manejo de malezas (Amaya *et al.* 2018).

El impacto de las malezas en los agrosistemas ha aumentado el interés de científicos, de técnicos y productores para reducir el efecto sus efectos en la producción y disponibilidad de alimentos para la humanidad (Villa *et al.* 2017).

1.5.2. Caracterización morfológica de las malezas del género *Echinochloa*

La gama total de especies de malezas en el mundo es de aproximadamente 30.000. Estas malezas pueden afectar críticamente al rendimiento de los cultivos, dependiendo de la especie y de las condiciones de

incidencia. Muchas malezas pueden mostrar una adaptabilidad variada y anormal a los entornos para sobrevivir y multiplicarse debido a la realidad a la que han sido sometidas por los elementos ambientales, junto con la competencia con los cultivos y el control de dichas malezas.

El género *Echinochloa* pertenece a la familia Poaceae o familia Gramineae, subfamilia Panicoideae y tribu Paniceae, y consta de una enorme variedad de especies de malezas localizadas en los cultivos de arroz. Incluye unas 50 especies de malezas anuales y perennes. Algunas de ellas están muy bien adaptadas a las situaciones de humedad y a menudo germinan y se desarrollan en el agua durante su ciclo de existencia (Martínez 2021).

Las plantas de este género *Echinochloa* muestran características muy variadas y su taxonomía es confusa. Las especies de malezas más cosmopolitas y económicamente importantes del género *Echinochloa* son: *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. y *Echinochloa colona*, ambas especies se dan en regiones templadas a tropicales en el mundo. Se presentan como malezas en más de 60 países, 36 cultivos variados y se concentran particularmente en un sector latitudinal de 50 N a 40 S (Martínez 2021).

1.5.2.1. *Echinochloa colona*

Esta especie se considera una maleza de importancia económica para el cultivo del arroz en las regiones subtropicales y tropicales de todo el mundo. Se ha mencionado además una alta variabilidad genética en esta especie. *Echinochloa colona* es una planta anual C4, no estacional, que tiende a ampliarse en un clima cálido y su reproducción es por semilla.

Es una especie cespitosa, erecta y semiprostrada con hojas lineales y planas, perfectamente glabras y sin lígula. La inflorescencia se compone de numerosos racimos lineales, espiciformes, dispuestos a lo largo del eje floral y con espiguillas bifloras, dispuestas en cuatro filas, en un aspecto del raquis. Las espiguillas son subglobosas, de 2,5 a 3,5 mm de longitud y poco hispidas. La gluma inferior es reducida. La gluma superior y la lemma inferior son hispidas y

terminan en una breve punta. La lemma superior y la palea floral superior son lisas y brillantes. Los tallos, las hojas y los racimos suelen estar teñidos de rosa (Salguero *et al.* 2018).

Las primeras hojas tienen una prefoliación enrollada. La hoja es lineal, de 3 a 10 cm de largo y de 3 a 6 mm de ancho. Es extendida y plana. La lígula está ausente. La vaina y la hoja son perfectamente glabras. El nervio medio burocratiza una carina redondeada. El hábito es en racimos anchos y erectos. La planta suele tener un ahijamiento robusto y con frecuencia enraíza en los nudos de la base. Mide entre 20 y 80 cm de altura. Las raíces son fasciculadas (Salguero *et al.* 2018).

Las hojas son comerciales, la vaina es perfectamente glabra. Está comprimida y no presenta una carina bien marcada. La lígula está ausente. El limbo es lineal, estrechándose hasta un factor puntiagudo en el ápice. Es extendida y plana. El nervio medio presenta una carina esférica. La hoja tiene de 6 a 30 cm de longitud y de 4 a 8 mm de extensión. El margen es de limpio a muy finamente escabroso. Ambas facetas son glabras (Salguero *et al.* 2018).

La inflorescencia se compone de numerosos racimos dispersos a lo largo de todo el período del eje floral, en 6 a 15 cm. Los racimos son lineales, espiciformes y miden de 2 a algunos cm de longitud y de 4 a 6 mm de extensión. Llevan varias espiguillas organizadas en 4 hileras irregulares, pero todas se vuelven hacia el mismo aspecto. Son de color entre inexperto y violáceo (Salguero *et al.* 2018).

Las espiguillas se sostienen con la ayuda de breves pedicelos lineales, hispidulosos, de 0,5 mm. Son subredondas, muy convexas en el lado de la gluma superior y aplanadas en el aspecto de la gluma inferior. Tienen de 2,5 a unos pocos,5 mm de longitud y de 1,7 a dos mm de tamaño. Constan de dos vegetaciones, de las cuales sólo la superior es fértil. La gluma inferior es muy corta, mide menos de un tercio de la longitud de la espiguilla. Puede ser muy redondeada en la base y agudo-angulada en el ápice. La gluma superior puede ser muy redondeada y estrecharse fuertemente en el ápice en una punta rápida.

Mide de 2,5 a 3,5 mm de longitud. Tiene de 5 a 7 venas longitudinales bien marcadas. Las glumas y la lemma inferior son rápidamente híspidas y fuertemente escabrosas a lo largo de las venas. La lemma inferior es tan grande como la gluma superior. Está aplanada dorsalmente y sus márgenes recubren en gran parte la flor superior. La lemma superior de la flor mide 2,5 mm de longitud, tiene forma elíptica y está ligeramente truncada en la base. Es fácil y vibrante y apenas recubre la palea con el mismo aspecto (Salguero *et al.* 2018).

1.5.2.1.1. Biología

Echinochloa colona es una mala hierba de rápido desarrollo, germina rápidamente mientras se producen las lluvias y la floración comienza a las tres o cuatro semanas de su aparición. *E. colona* es una planta anual, a pesar de que puede propagarse vegetativamente, tiene un hábito prostrado con enraizamiento en sus nudos y puede producir nuevos brotes. Las semillas de *E. Colona* pueden dispersarse tras su ingestión por los animales, especialmente el ganado. También se dispersan mediante el uso de maquinaria agrícola, canales de riego, polvo en los zapatos, pelo, plumas, piel de roedores y, además, por medio de los seres humanos (Vidotto 2017).

1.5.2.1.2. Ecología

Echinochloa colona es originaria de África y Asia tropical. En su región de origen, *E. Colona* crece en zonas pantanosas y praderas inundadas. Se encuentra en lugares húmedos, campos, bordes de carreteras, zanjas, canales, vegetación de regadío en temporada de verano, márgenes de estanques, arrozales, huertos, viñedos y jardines. *Echinochloa colona* exige una elevada humedad del suelo para permitir su statu quo, se adapta a las variaciones del fotoperiodo y en parte a las condiciones de sombra (Vidotto 2017).

1.5.2.1.3. Germinación

Echinochloa colona tiene una breve duración de la latencia, que desaparece en mucho menos de ocho semanas de almacenamiento. La luz es esencial para una buena germinación. La emergencia de las plántulas de *E.*

Colona se ve atormentada significativamente por la profundidad de enterramiento en la siembra. La germinación de las semillas se logra en un 97% cuando se colocan en el suelo, semillas enterradas a 0,2 cm (76%) y el 12% de las plántulas emergieron a 0,5 cm en entierro (Vidotto 2017).

1.5.2.1.4. Habilidades competitivas de *E. Colona*

Es una planta totalmente agresiva en la vegetación; tiene una dependencia postrada en sus rangos tempranos de plántulas, lo que permite que sus nodos suministren brotes, pero, crece erguida mientras la luz la proscriba. La presencia de *E. Colona* reduce el crecimiento del cultivo de arroz en la altura de la planta, el peso de la materia seca y el rendimiento del grano (Cuevas y Puentes 2018).

Cuando existe la competencia entre el cultivo de arroz y *E. Colona* se describe una reducción en la producción de materia seca del arroz, la altura de la planta, el número de panículas y el rendimiento de grano a medida que se aumenta la densidad de la maleza (Cuevas y Puentes 2018).

En condiciones de tensión hídrica, se reduce la altura de las plantas de arroz y *E. Colona*. *E. Colona* tiene una altura más extendida que la del arroz bajo tales condiciones, es muy posible que la maleza presente una ventaja competitiva. Esto sugiere que *E. Colona* tiene la capacidad de captar la energía lumínica compitiendo con el arroz (Álvaro 2017).

1.5.2.2. *Echinochloa crus-galli*

Echinochloa crus-galli es una de las máximas malezas nocivas en la agricultura actual. Posee todos los rasgos agresivos y capacidades de adaptación necesarios para sobrevivir y oponerse con éxito a una selección de condiciones geográficas y climáticas. Originaria de Europa, se ha extendido por todo el ámbito, que incluye Asia, Australia y América. Al ser una hierba tropical anual C4 de día rápido, tiene tendencia a crecer en climas intensos.

Esta maleza se adapta a numerosos niveles de temperatura y humedad para completar su ciclo de vida. La composición morfológica, fisiológica y bioquímica de esta arvense le permite convertirse en un robusto competidor del arroz y otros cultivos. *E. Crus-galli* puede producir una enorme cantidad de semillas y aun así tener un nivel de latencia de semillas, lo que garantiza su propagación, así como la acumulación de bancos de semillas dentro del perfil del suelo. Puede provocar una reducción de rendimiento de entre el 21 y el 79% en el arroz, dependiendo del sistema de cultivo y el control (Alvarado 2019).

Es una especie anual C4, cespitosa, con raíces fibrosas que se reproduce mediante cariopsis. Tiene tallos glabros decumbentes, de hasta un metro y medio de altura. Hojas glabras alargadas con márgenes fáciles o escabrosos, de cinco a 50 cm de longitud y de cinco a 20 mm de extensión con venas paralelas hialinas y con un nervio medio prominente. Las bases de las hojas tienen una coloración roja con vainas glabras, sin lígula y sin aurículas. Las panículas pueden ser erectas o decumbentes, de 10 a 20 cm de longitud, con racimos pentámeros de 2 a 4 cm de longitud, espiguilla de 3 a 4 mm de longitud y la cariósida fuertemente convexa y delgada en dirección al ápice (Alvarado 2019).

1.5.2.2.1. Biología

Echinochloa crus-galli está ampliamente distribuida y es difícil de clasificar. La aparente variedad de formas está relacionada con una excesiva plasticidad fenotípica, junto con una capacidad fluida para adaptarse a la enorme cantidad de hábitats (Gou *et al.* 2017).

Echinochloa crus-galli (L.) Beauv var. es la más ampliamente distribuida en todo el mundo. Esta especie es relativamente variable en cuanto a la forma de crecimiento, el tiempo de floración, la estructura de la inflorescencia, la pigmentación antociánica y la duración de las hojas. Se ha mencionado como

hexaploide cuyo cariotipo es $2n = 6x =$ cincuenta y cuatro cromosomas (Gou *et al.* 2017).

Existe un gran desacuerdo en cuanto a la taxonomía y la nomenclatura de la complicada *E. Crus-galli*. Este problema se basa totalmente en los derivados de los taxones locales y las clases interespecíficas (Gou *et al.* 2017).

Echinochloa crus-galli es una planta de temporada de verano, con reproducción y propagación por medio de semillas. Es una especie colonizadora y sin problemas invade sitios perturbados. Las semillas recién cosechadas de *E. Crus-galli* tienen una latencia innata, de duración variable, que germina desde el invierno pasado hasta el verano. (Gou *et al.* 2017).

Tras la germinación, el mesocótilo se alarga y el entrenudo primario, el coleótilo y la plúmula emergen del suelo. Durante los cinco días siguientes se producen raíces adventicias en el mesocótilo, el entrenudo primario y la corona de base emerge del fondo del coleótilo (Ahsan 2015).

El aspecto de las nuevas hojas y el crecimiento vegetativo de los hijuelos y las raíces adventicias es constante durante las tres semanas siguientes. A continuación, los primordios florales aumentan y los tallos y entrenudos se alargan. (Ahsan 2015).

La floración comienza aproximadamente cuarenta días después de la emergencia. Las semillas pueden madurar aproximadamente 20 días después de la floración y se dispersan en otoño (Ahsan 2015).

La mejora fenológica de *E. Crus-galli* se correlaciona con el aumento de la temperatura acumulada durante la temporada. La aparición de la primera hoja requiere más de 200 °C de temperatura acumulada sugerida, la segunda aproximadamente 300 °C y la quinta por encima de 500 °C (Ahsan 2015).

Las plantas producen macollos dentro de los primeros 10 días después de la emergencia. Su tasa de incremento vegetativo está directamente asociado a la temperatura. A temperaturas primaverales más bajas, el auge de *E. Crus-galli* es particularmente gradual, sin embargo, se convertirá en rápido a medida que aumente la temperatura (Laborde y Santos 2017).

Echinochloa crus-galli puede desarrollarse y reproducirse en una enorme gama de fotoperiodos: en días breves (8-13 horas) y en días largos (dieciséis horas), aunque prefiere estos últimos (Laborde y Santos 2017).

La fecundación se realiza específicamente mediante autopolinización, son autocompatibles. Sin embargo, puede producirse algún grado de polinización forzada, facilitada por el uso de la polinización por el viento. La autofecundación tiene como consecuencia un alto grado de homocigosidad dentro de las poblaciones y niveles relativamente bajos de heterocigosidad en los loci polimórficos (Laborde y Santos 2017).

1.5.2.2.2. Producción de semillas

La producción de semillas de *E. Crus-galli* puede ser muy plástica, dependiendo de la situación del lugar, principalmente de la disponibilidad de nutrientes, el periodo diurno y la densidad de la planta (Metzler y García 2018).

En situaciones de días largos produce una inflorescencia extremadamente larga con una excesiva fabricación de semillas, por el contrario, en situaciones de días rápidos tiene una menor producción. *E. Crus-galli*, bien avanzada y desarrollándose con poca competencia, produce 7160 semillas/planta (Metzler y García 2018).

1.5.2.2.3. Dispersión de las semillas

Las semillas de *E. Crus-galli* se dispersan sin problemas en el agua, son capaces de flotar, en consecuencia, se transportan a través de la inundación o el riego. Los pájaros también son agentes de dispersión cruciales, en particular en los cultivos de arroz (Metzelr y García 2018).

Es muy probable que el máximo agente actual de dispersión a distancia masiva sea el tipo, ya que las semillas de malas hierbas son un contaminante no inusual de muchos semilleros y se añaden inadvertidamente a las granjas durante la plantación de cultivos (Metzelr y García 2018).

1.5.2.2.4. Germinación

Las semillas de *E. Crus-galli* tienen una latencia innata, en las semillas recién cosechadas las tasas de germinación oscilan entre el cero,3 y el uno,4%. La latencia se debe al pericarpio y a la epidermis (Poonpaiboonpipat y Jumpathong 2019).

Se afirma que, una vez transcurridos 4-8 meses de garaje, las tasas de germinación de las semillas se multiplican entre el 19 y el cuarenta y cuatro por ciento. La tasa de germinación depende de la temperatura. Las semillas de *E. Crus-galli* germinan en una amplia variedad de temperaturas, siendo el mayor rango de temperatura para la germinación el de no menos de cinco a diez grados centígrados, siendo el más eficiente el de 35 grados centígrados y el máximo el de 40 grados centígrados. Una vez que se cumplen los requisitos de frío y las temperaturas no son prospectivas, la germinación de las semillas se asocia a la publicidad de la luz (Poonpaiboonpipat y Jumpathong 2019).

1.5.2.2.5. Ecología

Echinochloa crus-galli se adapta a sitios húmedos y situaciones de anegamiento, además prospera en situaciones cálidas. *E. Crus-galli* se desarrolla mejor en regiones cálidas, ya que requiere una prolongada duración de las heladas y una humedad considerable para el crecimiento de la planta y la dispersión de las semillas (Matzenbacher *et al.* 2016).

Las plantas siguen creciendo en suelos saturados o en situaciones parcialmente sumergidas. *E. Crus-galli* crece con calidad en situaciones húmedas a diferencia de otras plantas C4. En el arroz, el crecimiento de la vegetación no se ve afectado por la inmersión bajo 90 mm de agua durante cuarenta días de inundación (Matzenbacher *et al.* 2016).

E. Crus-galli florece antes en situaciones de suelo húmedo en comparación con las condiciones de suelo seco, sin embargo, el tiempo de maduración no se ve afectado. Esta arvense es muy sensible al sombreado, la cantidad de macollos y panículas en función de la planta suele ser mayor en condiciones de luz continua que en situaciones de sombreado. La tasa de crecimiento, la región foliar y la tasa de asimilación neta también aumentan con el incremento de la intensidad de la luz y la temperatura (Matzenbacher *et al.* 2016).

1.5.2.2.6. Habilidades competitivas de *E. Crus-galli*

Echinochloa crus-galli puede reducir el rendimiento en la mayoría de los cultivos de importancia económica. En las plantas de arroz, *E. Crus-galli* puede tener un efecto crítico en los rendimientos del arroz, en la cual una densidad de 250 plantas por m², reducen el 79% (El Molla *et al.* 2016).

Cuando el cultivo de arroz está fertilizado, *E. Crus-galli* compite eficazmente, siendo preferida más que el arroz. La competencia puede disminuir el macollamiento del arroz en un 50%, al igual que la altura, número de inflorescencias y cantidad de granos. *E. crus-galli* está en condiciones de

acumular grandes cantidades de macronutrientes y presentar un impacto alto en la producción del cultivo, especialmente cuando los nutrientes son escasas (El Molla *et al.* 2016).

E. Crus-galli puede absorber sin duda el 60-80% del nitrógeno del suelo dentro del lugar de cultivo. En ensayos en campos de arroz, se ha demostrado que la máxima competencia por el nitrógeno se produce en la primera etapa de desarrollo del cultivo (El Molla *et al.* 2016).

1.5.3. Estrategias de manejo para el control de las especies de malezas del género *Echinochloa*

Considerando que el manejo químico ha sido una de las máximas alternativas utilizadas dentro del manejo de las máximas especies de malezas críticas del género *Echinochloa* spp, se establecieron diferentes alternativas como prácticas culturales que favorecen el manejo y control de *Echinochloa* spp. Entre ellas están, según Coria (2017):

- Uso de semilla certificada: excelentes semillas libres de malezas.
- Aumento de la densidad de siembra: mejora la competitividad del cultivo frente a las malezas.
- Entrenamiento del suelo: las pinturas llamadas "fangueo" contribuyen a la eliminación de las malezas.
- Control manual: se logra típicamente en los desastres del manejo químico.
- Manejo del agua: mantener niveles de agua adecuados (entre 10-20 cm de profundidad) reduce la competencia de las arvenses y mejora la eficacia de los herbicidas, siendo un método de manipulación excelente.
- Rotación de cultivos: técnica muy importante porque la mayoría de las *Echinochloa* spp son exclusivas del cultivo del arroz (cultivo en inundación). En cuanto a la manipulación química, los herbicidas son fundamentales

dentro del control de las malezas en relación con las prácticas agronómicas.

Especialmente en el cultivo del arroz, se han registrado materias activas para el control de las especies de malezas del género *Echinochloa* spp. En la cual existen herbicidas que tienen 2 mecanismos distintivos de movimiento: inhibidores de las enzimas acetolactato sintetasa (ALS) e inhibidores de la acetil coenzima-A carboxilasa (ACCase) (Coria 2017).

El control químico de *Echinochloa* spp se basa totalmente en la aplicación de herbicidas de postemergencia. El penoxsulam es el máximo herbicida utilizado en los últimos 10 años. Pertenece a la organización de las triazolopirimidinas y es un herbicida sistémico, selectivo y de postemergencia que controla las arvenses. Se absorbe a través de las hojas, los tallos y las raíces, y en *Echinochloa* spp., se suele recomendar su aplicación a partir de las 2 hojas al hijo primario. Su uso en el cultivo de arroz es amplio, lo que provoca una alta presión de selección (Pardo *et al.* 2017).

El mecanismo de acción del penoxsulam es la inhibición de la enzima acetolactato sintetasa ALS (HRAC Grupo B, WSSA Grupo 2). La inhibición de esta enzima impide la síntesis de los aminoácidos valina, leucina e isoleucina, que pueden ser componentes de las proteínas. La mejora de los síntomas es gradual y tiene lugar especialmente en los tejidos meristemáticos en los que tiene lugar la biosíntesis de aminoácidos. El penoxsulam pertenece a la organización de herbicidas cuyo modo de acción es el máximo en riesgo de generar resistencia (B/2) (Pardo *et al.* 2017).

1.5.4. Resistencia de *Echinochloa* spp.

Actualmente, se han declarado casos de resistencia en *Echinochloa* spp. en numerosos países: Italia (2005 y 2009), Turquía (2009), Brasil (2009 y 2015), Grecia (2009), Japón (2010), China (2011) y Francia (2013) (Lubke 2021).

La evolución de la resistencia depende de las características de las arvenses y del herbicida, siendo el principal factor de desarrollo de la resistencia la presión de selección impuesta por el herbicida (Lubke 2021).

En los cultivos de importancia económica en donde predominan las especies de malezas del género *Echinochloa* spp. presentan rasgos que favorecen la evolución de la resistencia, entre los que destacan los siguientes, según Fuentes (2021):

- El sistema de monocultivo favorece la resistencia de las malezas.
- La mayoría de los herbicidas registrados pertenecen a solo 2 grupos con mecanismo de acción (inhibidores de la ALS e inhibidores de la ACCasa), lo que se considera una posibilidad excesiva para la evolución de la resistencia.
- Problemas de eficacia de los tratamientos en campo.
- Alta frecuencia de aplicación. En donde se han reportado casos de malezas resistentes a inhibidores de ALS en los cultivos de arroz.

En cuanto a *Echinochloa* spp. se ha descrito una población con resistencia a los herbicidas inhibidores de la ACCasa debido a una mutación dentro del sitio de acción del movimiento del herbicida. Para evitar la resistencia, se recomienda un conjunto de varias estrategias de manipulación. Un aspecto clave para evitar la aparición de resistencias es la alternancia de herbicidas pertenecientes a diversos grupos en función de su mecanismo de acción. Entre las alternativas disponibles están los herbicidas de preemergencia (Fuentes 2021).

1.6. Hipótesis

Ho= No es de vital importancia conocer sobre la caracterización morfológica de las malezas del género *Echinochloa*.

Ha= Es de vital importancia conocer sobre la caracterización morfológica de las malezas del género *Echinochloa*.

1.7. Metodología de la investigación

Para el desarrollo del presente documento se recolectó información bibliográfica de libros, revistas, tesis de grado, periódicos, artículos científicos, páginas web, ponencia, congresos y manuales técnicos.

La información obtenida fue efectuada mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, con la finalidad de que el lector conozca sobre la caracterización morfológica de las malezas del género *Echinochloa*.

CAPITULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

La finalidad de este documento fue recolectar información referente a la caracterización morfológica de las malezas del género *Echinochloa*.

Las malezas más importantes del género *Echinochloa* spp. son consideradas un factor limitante en los diferentes cultivos en donde se presentan, debido a su alta competencia que ejercen por espacio, nutrientes, agua y luz, generando una reducción del rendimiento de los cultivos hasta un 79%.

2.2. Situaciones detectadas

Las plantas de este género *Echinochloa* muestran características muy variadas y su taxonomía es confusa. Las especies de malezas más cosmopolitas y económicamente importantes del género *Echinochloa* son: *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. y *Echinochloa colona*, ambas especies se dan en regiones templadas a tropicales en el mundo.

Las especies de malezas *Echinochloa colona* y *Echinochloa crus-galli* representan las especies de malezas de importancia económica para el cultivo del arroz en las regiones subtropicales y tropicales de todo el mundo. Poseen todos los rasgos agresivos y capacidades de adaptación necesarios para sobrevivir y oponerse con éxito a una selección de condiciones geográficas y climáticas. Son arvenses tropicales anuales C4 de día rápido, tienen tendencia a crecer en climas intensos.

Estas malezas se adaptan a numerosos niveles de temperatura y humedad para completar su ciclo de vida. La composición morfológica, fisiológica y bioquímica de estas arvenses les permite convertirse en un robusto competidor del arroz y otros cultivos. *E. Crus-galli* y *E. colona* pueden producir una enorme cantidad de semillas y aun así tener un nivel de latencia de semillas, lo que garantiza su propagación, así como la acumulación de bancos de semillas dentro del perfil del suelo. Pueden provocar una reducción de rendimiento de entre el 21 y el 79% en el arroz.

2.3. Soluciones planteadas

Es necesario concientizar a los productores de cultivos de importancia económica que la invasión biológica de la maleza es una amenaza grave para la agrobiodiversidad, la estabilidad ecológica y la sostenibilidad agrícola. Durante varios años la resistencia a los herbicidas se ha convertido en un enigma en la producción sostenibles de los cultivos y el control de las malezas.

El manejo de *E. crus-galli* y *E. colona* es esencial para lograr una producción óptima de cultivos. El factor de prevención es un requisito previo para reducir la presión de malezas en cualquier cultivo. Mantener el cultivo limpio es una estrategia preventiva que puede ayudar a controlar la presencia de *E. crus-galli* y *E. colona* en los suelos, donde se establecen los diferentes cultivos. Al igual que el uso de cultivos que compitan con malezas es primordial entre las estrategias culturales empleadas para controlar estas arvenses.

2.4. Conclusiones

Por lo anteriormente detallado se concluye:

Las especies de malezas más cosmopolitas y económicamente importantes del género *Echinochloa* son: *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. y

Echinochloa colona, las misma que pueden reducir los rendimientos de los cultivos hasta el 79%, por la competencia directa por nutrientes, agua, luz y espacio.

Para el manejo de las especies de malezas del género *Echinochloa* spp. existen diversas alternativas como prácticas culturales que favorecen el manejo y control de *Echinochloa* spp.

En las especies de malezas *E. crus-galli* y *E. colona* se han identificado poblaciones con resistencia a los herbicidas inhibidores de la ACCasa debido a una mutación dentro del sitio de acción del movimiento del herbicida.

2.5. Recomendaciones

Por lo anteriormente detallado se recomienda:

Concientizar un manejo adecuado de las especies de malezas del género *Echinochloa* spp., aplicando alternativas de control que eviten la resistencia por el uso de herbicidas y manejo de los cultivos.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahsan. A., Jbran, K., Shahid, M., Haider, H., Sing, B. 2015. Ecobiología y manejo de *Echinochloa crus-galli*. *Protección de cultivos* 75(12): 151-162.
- Alvarado, L. 2019. Cuantificación y estrategias de la dispersión de semillas de Hualcacho (*Echinochloa crusgalli*) en condiciones experimentales. Tesis Ing. Agr. Talca, Chile. 69 p.
- Álvaro, L. 2017. Manual de identificación y manejo de las principales malezas en caña de azúcar en Guatemala. CENGICANÑA, Guatemala. 131 p.
- Amaya, A., Santos, M., Moran, I., Vargas, P., Comboza, W. y Lara, E. 2017. Malezas Presentes en Cultivos del Cantón Naranjal, Provincia Guayas, Ecuador. *Investigatio* 11(2): 1-16.
- Coria, S. 2017. Respuesta de diferentes biotipos de *Echinochloa* spp. a los herbicidas clomazona, pendimetalina y penoxsulam. Tesis. MSc. Sanidad Vegetal. Valencia, España. UPV. 33 p.
- Cuevas, A. y Puentes, B. 2018. El manejo de las malezas en el programa AMTEC. Córdoba, Colombia. 70 p.

- El Molla, S., Motaal, A., Hefnawy, H. y Fishawy, A. 2016. Cytotoxic activity of phenolic constituents from *Echinochloa crus-galli* against four human cancer cell lines. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 6(1):62-67.
- Fuentes, P. 2021. Estudio de poblaciones de *Echinochloa crus-galli* putativamente resistentes a bispyribac-sodium de la provincia del Guayas, Ecuador. Tesis. Ing. Agr. Guayas, Ecuador. UNP. 106 p.
- Gou, L., Qiu, J. y Ye, C. 2017. *Echinochloa crus-galli* genome analysis provides insight into its adaptation and invasiveness as a weed. *Nat Commun* 8 (1031):1-14.
- Laborde, J. y Santos W. 2017. Control químico de *Echinochloa* spp. En el cultivo de arroz, utilizando distintas combinaciones de herbicidas, bajo dos sistemas de riego y sistematización. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. 126 p.
- Lubke, J., Andre, A. y Pinto, F. 2021. Metabolismo de *Echinochloa crusgalli* var. *mitis* como mecanismo de resistencia a imazapyr y imazapic. *Acta Agronómica* 69(2): 1-7.
- Martínez, J. 2021. Análisis fenológico de tres especies de arvenses competitivas con el cultivo de arroz (*Oryza sativa*) bajo la oferta ambiental del primer semestre, en Mocari – Montería. Tesis Ing. Agr. Montería, Córdoba, Colombia. UC. 40 p.
- Metzelt, M. y García, E. 2018. URGENTE: Alerta, “capín” *Echinochloa crus-galli* con posible resistencia a inhibidores de la acetolactato sintetasa en Entre Ríos y Corrientes. *Ecofisiología Vegetal y Manejo de Cultivos* 4(3): 1-6.

- Matzenbacher, F., Kalsingg, A., Dalazenc, G., Markus, C. y Marotto, A. 2016. Antagonismo é o Efeito Predominante em Misturas de Herbicidas Utilizados para o Controle de Capim-arroz (*Echinochloa crus-galli*) Resistente a Imidazolinonas. *Planta daninha* 33 (3): 1-8.
- Pedrerros, A. y Kramm, V. 2018. Malezas en arroz (en línea). Consultado el 12 marz. 2022. Disponible en <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7153/NR34410.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Poonpaiboonpipat, T. y Jumpathong, J. 2019. Evaluating Herbicidal Potential of Aqueous-Ethanol Extracts of Local Plant Species against *Echinochloa crus-galli* and *Raphanus sativus*. *INTERNATIONAL JOURNAL OF AGRICULTURE & BIOLOGY* 21(3): 1-5.
- Pardo, G., Marí, A., Fernández, S., García, C., Hernández, S., Zaragoza, C y Cirujeda, A. 2017. Alternativas al penoxsulam para control de *Echinochloa* spp. y ciperáceas en cultivo de arroz en el nordeste de España. *ITEA* 111(4): 295- 309.
- Salguero, J., Romano, Y., Álvarez, Y., Torralbo, P., Alarcón, M., Blanco, I. y Osuna, M. 2018. Identificación de especies de *Echinochloa* spp. En arrozales de extremadura mediante citometría de flujo. *Científicas y Tecnológicas de Extremadura* 12(2): 1-7.
- Villa, P., Rodríguez, A., Márquez, N., López, A. y Venancio, S. 2017. Fitosociología de malezas después de un cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) en los andes venezolanos: un enfoque agroecológico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 20 (2): 329 -339.

Vidotto, F., Fogliatto, S., Dalla, V., Tabacchi, M. y Ferrero, A. 2017. Efficacy of rice herbicides on *Echinochloa* spp. as affected by repeated use. pp 50. 17th European Weed Research Society Symposium "Weed management in changing environments". Montpellier, Francia.