



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



Trabajo experimental, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo para la obtención del título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA:**

“Potencial efecto alelopático de algunas especies de malezas de importancia económica, en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), bajo condiciones de invernadero”

**AUTOR:**

Hanny Dario Tuarez Cercado

**TUTOR:**

Ing. Agr. Fernando Cobos Mora, MSc.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2019



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



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Trabajo experimental, presentado al H. Consejo Directivo de la  
Facultad, como requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA:**

"Potencial efecto alelopático de algunas especies de malezas de  
importancia económica, en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), bajo  
condiciones de invernadero"

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

*Walter Reyes B*

Ing. Agr. Walter Reyes Borja, Ph.D.

**PRESIDENTE**

*Guillermo García Vázquez*

Ing. Agr. Guillermo García Vázquez, MSc.

**VOCAL**

*Cristina Maldonado Camposano*

Ing. Agr. Cristina Maldonado Camposano, MBA

**VOCAL**

La responsabilidad por la investigación, análisis, resultados, conclusiones y recomendaciones presentadas y sustentadas en este Trabajo Experimental son de exclusividad del autor.

Hanny Dario Tuarez Cercado

## DEDICATORIA

El presente trabajo esta dedicado principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mi madre Lcda. Isabel Cercado Mariscal, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ella he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Es un enorme orgullo y un privilegio ser uno de tus hijos, eres la mejor mama. gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto te lo debo a ti.

A mi abuelita Sra. María Mariscal Castro, por ser la fuente de mi inspiración, por ese amor sublime y eterno, que siempre estará conmigo hasta el final de mis días, porque siempre fuiste mi apoyo, que jamás podre agradecerte.

A mi hermano Kleber Tuarez Cercado por estar siempre presente, y de una u otra forma haberme apoyado a lo largo de esta etapa de mi vida.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

## **AGRADECIMIENTO**

El amor recibido, la dedicación y la paciencia con la que cada día se preocupaba mi madre por mi avance y desarrollo, es simplemente único y se refleja en la vida de un hijo y una meta alcanzada.

Gracias a Dios, a mi abuela y a mi madre por ser las principales promotoras de mis sueños, gracias a ellas por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas, gracias a mi madre por estar dispuesta a acompañarme cada larga y agotadora noche de estudio, agotadoras noches en las que su compañía y la llegada de sus cafés era para mí como agua en el desierto; gracias a mi madre por siempre desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida, gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras que me guiaron durante mi vida.

Gracias a Dios permitirme conocer a mi abuela, gracias por poder vivir y disfrutar la vida a su lado, gracias a ella porque cada día me enseña algo nuevo, gracias por enseñarme a disfrutar cada detalle de la vida, gracias por creer en mí, gracias Dios por la vida de mi madre, también porque cada día bendice mi vida con la hermosa oportunidad de estar y disfrutar al lado de las personas que sé que más me aman, y a las que yo sé que más amo en mi vida, gracias a Dios por permitirme amar a mi familia, gracias a mi madre por permitirme conocer de Dios y de su infinito amor.

Gracias a mi pareja por entenderme en todo, gracias porque en todo momento fuiste un apoyo incondicional en mi vida, fue la felicidad encajada en una sola persona, fue mi todo reflejado en otra persona a la cual yo amo demasiado, y por la cual estoy dispuesto a enfrentar todo y en todo momento, gracias por el apoyo incondicional.

Gracias a la vida por este nuevo triunfo, gracias a todas las personas que me apoyaron y creyeron en la realización de esta tesis.

## CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Objetivos.....	2
1.1.1. Objetivo General .....	2
1.1.2. Objetivos específicos .....	2
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	14
3.1. Ubicación y descripción del sitio experimental.....	14
3.2. Métodos.....	14
3.3. Material genético .....	14
3.4. Factores estudiados .....	15
3.5. Tratamientos.....	15
3.6. Diseño experimental .....	15
3.7. Análisis de varianza .....	15
3.8. Manejo del ensayo.....	16
3.8.1. Elaboración de platabandas.....	16
3.8.2. Siembra.....	16
3.8.3. Ubicación de las malezas.....	16
3.8.4. Riego.....	17
3.8.5. Fertilización .....	17
3.8.6. Control de malezas .....	18
3.8.7. Control fitosanitario .....	18
3.8.8. Cosecha .....	18
3.9. Datos evaluados .....	19
3.9.1. Vigor.....	19
3.9.2. Altura de planta .....	19
3.9.3. Días a la floración.....	19
3.9.4. Número de macollos .....	19
3.9.5. Número de panículas .....	19
3.9.6. Longitud de las panículas.....	19
3.9.7. Granos por panículas .....	20
3.9.8. Peso de 1000 granos .....	20
3.9.9. Rendimiento del grano .....	20
3.9.10. Longitud de la raíz.....	20
3.9.11. Biomasa fresca de la raíz.....	20
3.9.12. Biomasa seca de la raíz .....	20
3.9.13. Biomasa fresca de la parte aérea.....	21

3.9.14. Biomasa seca de la parte aérea.....	21
IV. RESULTADOS.....	22
4.1. Vigor.....	22
4.2. Altura de planta.....	23
4.3. Días a la floración.....	24
4.4. Número de macollos.....	25
4.5. Número de panículas.....	26
4.6. Longitud de las panículas.....	27
4.7. Granos por panículas.....	28
4.8. Peso de 100 granos.....	29
4.9. Rendimiento del grano.....	30
4.10. Longitud de la raíz.....	31
4.11. Biomasa fresca de la raíz.....	32
4.12. Biomasa seca de la raíz.....	33
4.13. Biomasa fresca de la parte aérea.....	34
4.14. Biomasa seca de la parte aérea.....	35
V. CONCLUSION.....	36
VI. RECOMENDACIONES.....	38
VII. RESUMEN.....	39
VIII. SUMMARY.....	40
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	41
ANEXOS.....	45
Cuadros de resultados y análisis de varianza.....	46
Fotografías.....	55

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos estudiados en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019.....	15
Cuadro 2. Vigor, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019.....	22
Cuadro 3. Altura de planta, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019 .....	23
Cuadro 4. Días a floración, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019 .....	24
Cuadro 5. Número de macollos/platabanda, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019.....	25
Cuadro 6. Número de panículas/platabanda, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019.....	26
Cuadro 7. Longitud de panículas, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019.....	27
Cuadro 8. Granos por panículas, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019.....	28
Cuadro 9. Peso de 100 semillas, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019.....	29
Cuadro 10. Rendimiento, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019 .....	30
Cuadro 11. Longitud de raíz, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019.....	31
Cuadro 12. Biomasa fresca de la raíz, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019.....	32
Cuadro 13. Biomasa seca de la raíz, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019.....	33
Cuadro 14. Biomasa fresca de la parte aérea, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019.....	34
Cuadro 15. Biomasa seca de la parte aérea, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019.....	35
Cuadro 16. Vigor, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el	

cultivo de arroz, FACIAG, 2019.....	46
Cuadro 17. Altura de planta, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019.....	46
Cuadro 18. Días a floración, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019.....	47
Cuadro 19. Número de macollos, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019.....	48
Cuadro 20. Número de panículas, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019.....	48
Cuadro 21. Longitud de panícula, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019.....	49
Cuadro 22. Granos por panículas, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019.....	50
Cuadro 23. Peso de 100 semillas, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019.....	50
Cuadro 24. Rendimiento, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019.....	51
Cuadro 25. Longitud de raíz, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019.....	52
Cuadro 26. Biomasa fresca de la raíz, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019.....	52
Cuadro 27. Biomasa seca de la raíz, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019.....	53
Cuadro 28. Biomasa fresca de la parte aérea, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019.....	54
Cuadro 29. Biomasa seca de la parte aérea, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019.....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Elaboración de platabandas .....	16
Fig. 2. Siembra del arroz en platabandas.....	16
Fig. 3. Malezas sembradas en gavetas .....	17
Fig. 4. Riego desde las gavetas al cultivo .....	17
Fig. 5. Fertilización .....	17
Fig. 6. Control de malezas manual.....	18
Fig. 7. Cultivo libre de plagas y enfermedades.....	18
Fig. 8. Cultivo cosechado en los diferentes tratamientos .....	18

## I. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.), después del trigo, es un cultivo de vital importancia a nivel mundial y nacional, debido que sirve para la alimentación de la población, considerándose como “la gramínea de mayor consumo”.

Ecuador siembra aproximadamente 343 936 ha, de las cuales se cosechan 332 988, logrando una producción de 1 239 269 t. En la provincia de Los Ríos se siembran aproximadamente 114 545 ha, en donde se cosechan 110 386 ha, alcanzando una producción de 359 569 t. El rendimiento promedio del arroz en cáscara con 20 % de humedad y 5 % de impurezas fue de 3,92 t/ha. (INEC. 2017).

Las malezas son plantas indeseables que crecen de forma silvestre o natural en una zona de cultivo agrícola. Éstas son agresivas e impiden el desarrollo normal de otras especies debido a que se adaptan mejor al medio y se extienden con facilidad; uno de los efectos que producen la presencia de malezas en los cultivos es un bajo rendimiento por unidad de superficie debido a la competencia por radiación solar, el agua y los nutrientes. (Ramírez, 2014).

La utilización de residuos alelopáticos, como una herramienta de manejo en los cultivos, es uno de los usos más prácticos y aplicables de la alelopatía en los agroecosistemas; estas reacciones naturales tienen múltiples efectos, que van desde la inhibición o estimulación de los procesos de crecimiento de las plantas vecinas, hasta la inhibición de la germinación de semillas. Las diferentes concentraciones influyen mucho en las reacciones alelopáticas, ya que se ha demostrado que las extracciones acuosas pueden actuar tanto como inhibidor o estimulante en diferentes cultivos, ya sea en el crecimiento de raíces o tallos (Blanco, 2006).

A los exudados de la raíz se definen como aquellas sustancias que son liberadas por las raíces sanas e intactas. Estos compuestos están presentes en una zona de la raíz llamada rizosfera, la cual es rica en nutrientes (Bonilla, 2013).

El bajo rendimiento por unidad de superficie en el cultivo de arroz es uno de

los principales problemas, por el desconocimiento del efecto alelopático de exudados radiculares de malezas presentes en el cultivo de arroz.

La presente investigación tuvo como finalidad evaluar el efecto alelopático de exudados radiculares de malezas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L) bajo condiciones de invernadero.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo General**

Evaluar el efecto alelopático de algunas especies de malezas de importancia económica, en el cultivo de arroz.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Determinar en qué grado, los exudados de malezas económicamente importante interfieren en el desarrollo y producción del cultivo de arroz.
- Determinar que exudados radiculares de las malezas, causan efectos alelopáticos significativos en arroz, medido en términos de componentes agronómicos y rendimiento.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. El cultivo de arroz

RIA (2015), difunde que el arroz constituye uno de los cereales básicos de la dieta humana, representando aproximadamente 20% de la ingestión mundial de energía y 15% del aporte de proteína. En los países más pobres del Asia, el consumo de arroz corresponde más de la mitad del aporte energético y proteico de esas poblaciones. Dada la gran importancia económica y nutricional del arroz y como mayor productor de este cereal en América Latina y décimo mayor productor mundial.

Gómez (2014), indica que el arroz es uno de los cultivos más antiguos que el hombre conoce. Su importancia económica radica en que en el mundo actual constituye el alimento principal de aproximadamente 2000 millones de personas y las siembras ocupan unos 147 000 millones de hectáreas. Sólo en América Latina el área dedicada al cultivo del arroz alcanza 6700 millones de hectáreas. La producción mundial de arroz está distribuida de la siguiente forma: Asia 33 %, India 32 %, Europa y Australia 25 %, Latinoamérica 4 %, África Subsahariana 3 % y E.U. 2 %; El consumo *per cápita* mundial ha ido de 40 kg a 60 kg por habitante en los últimos 40 años, y se prevé que este ritmo se mantenga.

RIA (2015), informa que debido a la velocidad con que se está desarrollando los cultivares de arroz, aún hay necesidad de estudiar sus características físico-químicas que puedan evaluar con cierta facilidad la calidad del arroz. El principal componente de la calidad del arroz es la textura que es determinada a través de una evaluación sensorial en que muchas veces se necesitan de personas entrenadas para describirlo.

### 2.2. Las malezas en los cultivos

Gómez (2014), señala que el manejo de las malezas es un concepto que implica la combinación de prácticas que impidan la invasión, la propagación y la

competencia de especies que afectan la productividad del cultivo de importancia económica. Las terminologías asociadas con el manejo de malezas son variables, pero coincidentes y se discute el control de malezas bajo cuatro métodos: preventivo, cultural, biológico y químico. También se agrupan los diversos métodos de control de malezas como mecánico, biológico y químico.

Zamora-Natera *et al.* (2014), manifiestan que en especies como trigo, arroz o maíz las bajas de rendimiento y las consiguientes pérdidas económicas por malezas son 30 % y en algunos casos hasta 90 %. Aunque estas pérdidas se pueden reducir mediante el uso de variedades resistentes, rotación de cultivos o prácticas sanitarias, el uso de plaguicidas sintéticos para proteger los cultivos es el factor más importante para maximizar los rendimientos. Sin embargo; el uso indiscriminado de estos productos ocasiona problemas como la eliminación de enemigos naturales, surgimiento de organismos resistentes, acumulación de residuos tóxicos en productos agrícolas y contaminación del ambiente.

Murillo *et al.* (2015), divulgan que “Vegetación espontánea”, “maleza”, “mala hierba”, “plantas adventicias” o “plantas invasoras”, son algunos de los términos utilizados con frecuencia para describir especies vegetales que a más de ser ajenas a un cultivo, desarrollan formas de competencia por nutrimentos, luz, agua, dióxido de carbono y espacio; asimismo hospedan y transmiten parásitos, plagas y enfermedades en los cultivos contribuyendo a su mal estado fitosanitario, por ello se les considera dañinas y tradicionalmente se ha inducido a su destrucción indiscriminada.

Zamora-Natera *et al.* (2014), explican que el uso de plaguicidas sintéticos ha motivado la búsqueda de productos alternativos en la protección de cultivos contra la acción de organismos fitopatógenos y malezas cuya actividad, selectividad y seguridad ambiental sea adecuada. Los productos naturales son menos agresivos para el ambiente y representan una fuente alternativa de plaguicidas naturales en la agricultura.

### 2.3. Alelopatía en la agricultura

De acuerdo a Casanova *et al.* (2017), la pertinencia del estudio de las raíces reside en las variadas funciones fisiológicas de este órgano, como en la nutrición vegetal, como reserva de nutrimentos, como sostén o anclaje y como órgano involucrado en la regulación fisiológica de la planta. El estudio de las raíces y sus interacciones son la base para las mejoras en los sistemas de manejo y diseños existentes o para desarrollar nuevos sistemas.

Las asociaciones con diferentes especies de cultivo, uso eficiente de los recursos por las plantas, dosis de aplicación de un fertilizante, implementación de podas periódicas de rebrotes, son algunas de las técnicas y prácticas que podrían optimizar las funciones radiculares y las interacciones subterráneas presentes en los SAF, mejor conocidas como “manejo de raíces” (Casanova *et al.*, 2017).

Blanco (2016), menciona que muchos investigadores consideran que la dominancia de una especie sobre otra en un ecosistema natural, se debe no solo a la competencia en sí, sino también al efecto alelopático entre las plantas. Los efectos alelopáticos dañan parcial o totalmente la germinación y el crecimiento de las plantas, también puede ser de carácter positivo o negativo, directo e indirecto, según la concentración de las sustancias.

Avila *et al.* (2017) aclaran que las plantas tiene un fuerte efecto inhibidor del desarrollo de otras plantas, por lo que puede llegar a representar un riesgo para la flora nativa así como para el posible uso posterior de los terrenos donde se cultiva. Sin embargo; esta última propiedad biológica también puede ser usada para mejorar la productividad agrícola. Por tal razón, en los últimos años la investigación en la búsqueda y desarrollo de agroquímicos ha puesto especial atención al fenómeno de la alelopatía y a los metabolitos involucrados en este fenómeno, pues los modelos fisiológicos de esta interacción así como las estructuras de los aleloquímicos involucrados pueden llegar a ser punto de partida de nuevos herbicidas.

Arévalo *et al.* (2014), sostienen que los pioneros en observar los efectos alelopáticos en la agricultura fueron los griegos y los romanos, cuando descubrieron que los olores del brócoli ocasionaban, en las plantas de vid, marchitez y decaimiento.

Lorenzo y González (2014), comentan que de modo muy simple, las especies invasoras son las que proceden de otras regiones. Esta definición, meramente biogeográfica, implica especies exóticas (alóctonas) en contraposición a las especies nativas (autóctonas). Sin embargo; una especie exótica no debería ser considerada invasora si no se establece con éxito en el área introducida; es decir, si no es capaz de regenerarse por si misma o no es, posteriormente, capaz de dispersarse sin apoyo humano directo.

Teóricamente, una especie alóctona puede ser considerada invasora cuando entra en una fase exponencial de dispersión. Por otro lado, se debe aceptar que una invasión biológica no es un fenómeno localizado, es un proceso dinámico a lo largo del cual la población invasora atraviesa diferentes estadios: introducción, establecimiento, naturalización y rápida dispersión fuera de los rangos normales (Lorenzo y González, 2014).

Blanco (2016), afirma que los daños parecen estar en dependencia de la influencia de diferentes factores, como son la especie y variedad, los residuos y las plantas afectadas, la cantidad, el lugar y el clima que sobre ellos actúen, los estados nutricionales del suelo, su actividad microbiana y otras características. La presencia de cobertura muerta sobre el suelo, durante muchos años seguidos, afecta el desarrollo de determinados cultivos agrícolas; esto es un elemento fundamental en el éxito de la siembra directa, por la supresión de las plantas indeseables.

Para Arévalo *et al.* (2014), las plantas producen alguna excreción de sus raíces, las cuales afectan a otras plantas de otras especies. Las malezas, afectaba el crecimiento de la especie cultivada y que las plantas eran afectadas por plantas de la malezas.

Blanco (2016), define que en la actualidad resulta de gran importancia investigar y encontrar las variantes que nos permitan el desarrollo de una agricultura rentable y no contaminante del medio ambiente. Sin embargo; el uso de productos químicos en la agricultura aumenta notablemente los rendimientos y la rentabilidad de los cultivos, pero la utilización constante de estos puede alterar el medio biológico, provocando graves daños en los diversos ecosistemas. Es por eso que la utilización de prácticas sostenibles, el empleo de productos orgánicos, rotaciones y asociaciones de cultivo, mulch, cultivo de cobertura entre otras, son las mejores variantes para garantizar una buena producción para mantener a salvo el futuro de nuestro planeta.

Arévalo *et al.* (2014), reportan que el término alelopatía proviene del griego allelon = uno al otro, pathos = sufrir, enfermedad. La alelopatía incluye interacciones bioquímicas por exudados de compuestos orgánicos producidos por plantas y otros organismos (donadores) para el ambiente, que provocan inhibición o estímulos en los organismos aceptores.

Blanco (2016), considera que debido a ello, en nuestro país se realizan investigaciones sobre la obtención de productos de origen natural; para ello se acude, entre otras, a la utilización de los efectos alelopáticos entre las plantas. La utilización de residuos alelopáticos, como una herramienta de manejo en los cultivos, puede ser uno de los usos más prácticos y aplicables de la alelopatía en los agroecosistemas. Estas reacciones naturales tienen múltiples efectos, que van desde la inhibición o estimulación de los procesos de crecimiento de las plantas vecinas, hasta la inhibición de la germinación de semillas. Así, los productos naturales conforman una parte muy importante de los sistemas de defensa de las plantas, con la ventaja de ser biodegradables.

Arévalo *et al.* (2014), determinan que las implicaciones de la alelopatía en la agricultura se manifiestan en la sucesión de la vegetación en terrenos abandonados, donde las especies que infestan esas áreas inhiben a los microorganismos fijadores de nitrógenos de las plantas, al ser cultivadas posteriormente en esos terrenos. Cuando se cultiva la misma especie de planta por varios años, con el tiempo, los rendimientos de ese cultivo comienzan a declinar,

cuyas causas se atribuyen a sustancias alelopáticas. Los restos de la cosecha de cultivos incorporados al suelo pueden tener funciones alelopáticas. La respuesta a los cultivos subsecuentes es diferente, variando con las especies de la planta al ser cultivada en ese suelo.

Blanco (2016), relata que por otra parte, las diferentes concentraciones influyen mucho en las reacciones alelopáticas, ya que se ha demostrado que las extracciones acuosas pueden actuar tanto como inhibidor o estimulante en diferentes cultivos, ya sea en el crecimiento de raíces o tallos; además, se ha observado que las extracciones acuosas pueden tener un potencial alelopático negativo sobre diferentes cultivos y esto se debe al contenido de aleloquímicos de estos extractos, el tiempo de aplicación y la concentración empleada.

Según Arévalo *et al.* (2014), los compuestos alelopáticos alteran una gran cantidad de procesos fisiológicos, como: división y diferenciación celular, traslado de iones y agua, metabolismo de fitohormonas, respiración, fotosíntesis, funciones de enzimas, traducción de expresión de genes. Los compuestos alelopáticos son productos del metabolismo secundario, elaborados por las plantas y liberados para el ambiente a través de la volatilización, lixiviación, exudación radicular y descomposición de residuos de plantas incorporados al suelo.

Blanco (2016), expone que el estudio de las interacciones químicas entre las principales especies de un agroecosistema y del impacto de los aleloquímicos en la dinámica y producción de estos, debe conducir hacia metas ecológicas, que permitan la búsqueda de mayor información donde se pueda aprovechar dicho potencial. Por consiguiente, es objetivo de esta revisión abarcar temas como la alelopatía y sus efectos sobre algunos cultivos en la agricultura.

Arévalo *et al.* (2014), aseguran que los compuestos más importantes con propiedades alelopáticas, merecen citarse: 1) Fenoles y derivados del ácido benzoico, 2) Flavonoides y taninos, 3) Alcaloides, 4) Terpenoides y esteroides, 5) Glucósidos cianogénicos, 6) Aminoácidos no proteicos, 7) Lactonas no saturadas, 8) Ácidos orgánicos, alcoholes alifáticos, aldehídos y cetonas, 9) Ácidos grasos, naftoquinonas, antraquinonas y complejos de quinonas, 10) Coumarina.

Blanco (2016), estima que el fenómeno de la alelopatía ha sido plasmado en documentos que datan de unos cuantos siglos A. C. Un documento tan antiguo como del año 300 A.C. relata que muchas plantas cosechadas (chícharo, cebada, frijol forrajero) destruyeron malas hierbas e inhibieron el crecimiento de otras cosechas. Autores de muchos lugares del mundo han investigado y definido el fenómeno de la alelopatía, con mayor o menor exactitud, y han coincidido en ver la alelopatía, de forma general, como el efecto producido por las interacciones bioquímicas que se establecen en un agroecosistema entre una especie donante y otra receptora, que incluye a plantas y microorganismos y pueden ser daños o beneficios, entre muchos más.

Arévalo *et al.* (2014), argumentan que las poblaciones de especies de organismos vivos que crecen juntas en el mismo hábitat, pueden provocar interacciones alelopáticas. Los individuos de una población pueden alimentarse de individuos de otra población, competir por alimentos escasos, excretar metabolitos nocivos o interferir —de alguna manera— con otras poblaciones. Las interacciones y clasificó con símbolos (0, +, -), a las mismas, a saber, dentro de las cuales se encuentra la alelopatía. Los símbolos son: positivos (+) cuando la población aumenta, es negativo (-) cuando disminuye y cero (0) cuando no es afectada. La interacción de amensalismo es lo que se llamó alelopatía, donde un organismo donador excreta aleloquímicos para el hábitat y no sufre ningún efecto, y los organismos receptores pueden sufrir efectos inhibitorios o estimulantes en el crecimiento.

García (2015), apunta que la alelopatía de cultivos para el manejo de malezas, como elemento proteccionista del medio, es un aspecto que ha sido poco desarrollado y aún menos introducido en la práctica agrícola de nuestro país. Enfocado hacia esta óptica se realizó un trabajo investigativo en experimentos de laboratorio y campo con el fin de evaluar el comportamiento de la interferencia alelopática en las relaciones arroz-malezas, como aporte al conocimiento de las potencialidades de este cultivo para el control de plantas indeseables por una vía alternativa no química.

Arévalo *et al.* (2014), refieren que el fenómeno de alelopatía es un carácter de fitoagresividad, para facilitar la competencia. Se sugirió el término interferencia, que envuelve tanto a competencia como a alelopatía. Este término fue adoptado por varios investigadores, principalmente de lengua inglesa, portuguesa y española. Los trabajos de investigación referentes a alelopatía son raros en la bibliografía disponible. El crecimiento de cultivos puede estar afectado por exudados radicales y lixiviados foliares alelopáticos de diversas especies de malezas.

Valerino *et al.* (2015), describen que la actividad alelopática es una alternativa muy promisoriosa para el control de malezas en muchos cultivos. Los resultados obtenidos en la evaluación de la actividad alelopática reportaron que tanto el extracto cloroformico como el butanólico poseen alta actividad alelopática al evaluar la misma en plántulas de lechuga, trigo y tomate, tanto para el índice de vigor como para el de reducción, por tanto el extracto cloroformico y butanólico obtenidos del extracto etanólico de las hojas de Lantana trifolia L. presentan elevada actividad alelopática.

García (2014), difunde que el fenómeno alelopático de inhibición o supresión del desarrollo de unas plantas por otras, a través de los mecanismos químicos del metabolismo secundario, se ha estado estudiando con gran interés práctico en las últimas décadas a causa de las potencialidades de esas características para el control de malezas en los cultivos agrícolas, entre otras razones. Se trata de encaminar las investigaciones en búsqueda de la posibilidad de sustituir total o parcialmente los agroquímicos por una tecnología de tipo ambiental saludable, económica y con sólidos fundamentos científicos.

Se conoce que la liberación de las sustancias alelopáticas por las plantas al entorno ocurre de diferentes maneras, y entre ellas los efectos de los exudados radicales, así como de los lixiviados foliares ocasionados por lluvias o riego tienen una importancia marcada en la definición de la composición varietal de una comunidad vegetal determinada en un mismo ecosistema (García, 2014).

Layne-Garsaball y Méndez-Natera (2017), informan que algunas especies de plantas de las denominadas «malezas», adicionalmente a la competencia por agua, luz solar, nutrientes y bióxido de carbono, también segregan sustancias alelopáticas que afectan el normal desarrollo de otras especies de plantas. *Cyperus rotundus* L. resalta por su importancia agrícola, y es conocida como la peor maleza del mundo y se encuentra en más países, regiones y localidades del mundo que ninguna otra maleza.

*Cyperus rotundus* puede crecer prácticamente en cualquier tipo de suelo y pH, nivel de humedad y contenido de materia orgánica, sin embargo no tolera suelo salino ni sombra; podemos encontrar a *C. rotundus* en campos de cultivos de secano (temporal) y de irrigación, en huertas de cítricos, a lo largo de canales de irrigación y zanjas de drenaje, a lo largo de las cercas, en las márgenes de los bosques y en áreas abandonadas (Layne-Garsaball y Méndez-Natera, 2017).

Acciares y Asenjo (2013), indican que la alelopatía es un mecanismo de interferencia vegetal, mediado por la adición de fitotoxinas al ambiente. Distintos compuestos químicos con potencial alelopático están presentes en numerosas especies de plantas distribuidos en diferentes tejidos. En condiciones adecuadas, pueden ser liberados, generalmente en la rizósfera, en cantidades suficientes como para afectar a las plantas vecinas.

El uso de la alelopatía ha sido mencionado como una interesante alternativa para el desarrollo de un manejo integrado de malezas. Dentro de esta alternativa, una de las modalidades propuesta es el uso de cultivos de cobertura con potencial alelopático, los cuales proveerían un efectivo método de control cultural de malezas, minimizando la aplicación de herbicidas (Acciares y Asenjo, 2013).

Layne-Garsaball y Méndez-Natera (2017), señalan que la reducción en rendimiento del cultivo es uno de los mayores impactos de *C. rotundus*. En casos extremos *C. rotundus* puede reducir los rendimientos en 75 % y los rendimientos de azúcar en 65 %. En parcelas experimentales con cultivos, el rendimiento se redujo un 38 %; en Colombia en campos de maíz, cuando se permitió el crecimiento de *C. rotundus* durante 10 días, el rendimiento se redujo en 10% y si se le permitió

permanecer durante 30 días, el rendimiento cayó a 30%. Similares efectos de esta maleza han sido demostrados en algodón, maíz, tomate, tabaco, limón, mora y muchos otros cultivos.

Tejeda–Sartorius y Rodríguez–González (2017), divulgan que el fenómeno de alelopatía, propuesto como una posible alternativa para el control de maleza, se define como el efecto de una planta (incluyendo microorganismos) en el crecimiento de otra, mediante la liberación de compuestos químicos al ambiente. Esta definición incluye efectos positivos y negativos. El estudio de la alelopatía es muy importante para producir herbicidas más eficaces, selectivos y ambientalmente seguros.

Acciares y Asenjo (2013), manifiestan que dada la complejidad de los procesos ecológicos, en el estudio de la alelopatía no deben ignorarse las interacciones entre el efecto inhibitorio del aleloquímico, las condiciones edafoclimáticas, la variabilidad poblacional de la maleza y las distintas alternativas de manejo del cultivo. Por lo tanto, la alelopatía podría condicionar la elección de cultivos afectando la productividad de los sistemas agrícolas.

Orozco-Soto (2014), explica que a pesar de que se ha visto que los exudados radiculares tienen una importante función para determinar la microflora de la rizósfera además de estimular la degradación de los contaminantes, se conocen pocos estudios enfocados a estudiar la respuesta de las plantas en la producción de exudados ante cambios en la concentración y/o composición. Esto se debe, en parte, a que los estudios de fitorremediación requieren mucho tiempo y es difícil controlar las condiciones de cultivo a nivel de laboratorio, por lo que una opción novedosa ha sido el empleo de cultivos *in vitro* para estudiar el efecto que los contaminantes tienen únicamente en las plantas, disminuyendo los tiempos de estudio y controlando las condiciones con mayor facilidad.

Layne-Garsaball y Méndez-Natera (2017), expresan que estudios de invernadero, concluyeron que otra especie de *Cyperus* (*C. esculentus* L.) también es capaz de inhibir el desarrollo del maíz, arroz y soya, tanto con los residuos mezclados con el suelo como con los extractos obtenidos. Se concluye que los

rendimientos del maíz se reducen en más de un 70 % por efecto de la interferencia (competencia más efecto alelopático de la maleza), siendo mayor tal efecto (hasta 92%) en aquellas parcelas que, además de estar enmalezadas, no reciben fertilización. Las malezas son uno de los principales factores que afectan negativamente la producción del maíz a nivel mundial.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación y descripción del sitio experimental

El presente trabajo experimental se realizó en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, perteneciente a la provincia de Los Ríos.

Las coordenadas geográficas son 01° 49' de latitud sur y 79° 32' de longitud oeste, a 8 msnm. La zona presenta un clima tropical húmedo, con temperatura meda anual de 24,70 °C, precipitación anual de 2 348,00 mm, humedad de 76 % y 804,7 horas de heliofania anual (INAMHI, 2017).

#### 3.2. Métodos

Se estudiaron los métodos inductivo - deductivo; deductivo - inductivo y el experimental.

#### 3.3. Material genético

Se utilizó como material de siembra, semilla de arroz INIAP 14, (INIAP, 2013) cuyas características son:

Descripción	Características
Rendimiento	5,8 a 9,9 t/ha
Ciclo vegetativo	115 a 117 días
Altura de planta	81 a 100 cm
Panículas/planta	14 a 38
Granos llenos/panícula	89 %
Longitud de panícula	23 cm
Peso de 1000 granos (g)	26
Longitud del grano	7,1 mm
Ancho del grano	2,19 mm
Indice de pilado	62 %
Acame de planta	Resistente
<i>Tagasodes oryzicolus</i>	Resistente
<i>Pyricularia grísea</i>	Resistente
Hoja blanca	M. resistente
Latencia en semanas	4 a 5

### 3.4. Factores estudiados

Variable dependiente: cultivo de arroz

Variable independiente: efecto alelopático de exudados radiculares de malezas.

### 3.5. Tratamientos

En el ensayo se utilizaron cinco tratamientos, los cuales se muestran a continuación:

Cuadro 1. Tratamientos estudiados en el efecto alelopático de exudados de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019.

Tratamientos	
Nº	Malezas
T1	<i>Echinochloa colona</i>
T2	<i>Digitaria sanguinalis</i>
T3	<i>Cyperus rotundus</i>
T4	<i>Amaranthus</i> spp.
T5	Sin aplicación

### 3.6. Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental denominado "Completamente al Azar" con cinco tratamientos y seis repeticiones.

Todas las variables evaluadas se sometieron al análisis de varianza y para determinar la diferencia estadísticas entre las medias de los tratamientos, se empleó la prueba de significancia estadística de Tukey al nivel 0,05.

### 3.7. Análisis de varianza

	FV	GL
Tratamiento	:	4
Error experimental	:	25
Total	:	29

### 3.8. Manejo del ensayo

Durante el desarrollo del cultivo, se realizaron las siguientes labores y prácticas agrícolas.

#### 3.8.1. Elaboración de platabandas

Las platabandas se desarrollaron en los mesones del invernadero, alrededor de ellos se colocó tabloncillos con la finalidad de ubicar dentro de ellos el sustrato que fue tierra común con el objetivo de facilitar la labor de siembra (Figura 1).



Figura 1. Elaboración de platabandas

#### 3.8.2. Siembra

La siembra se efectuó directamente, colocando 6 semillas por sitio para raleo a los 20 días y dejar dos plantas por sitio (Figura 2).



Figura 2. Siembra del arroz en platabandas

#### 3.8.3. Ubicación de las malezas

Las malezas se sembraron en gavetas con orificio, colocadas a 20 cm de altura de las platabandas, las que fueron regadas diariamente, cuya agua bajó por gravedad al cultivo (Figura 3).



Figura 3. Malezas sembradas en gavetas.

#### 3.8.4. Riego

El cultivo de arroz se manejó bajo el sistema de riego diario, manteniendo lámina de agua conforme al requerimiento del cultivo. El agua fue procedente de las gavetas que contiene las malezas de cada especie, como se observa en la Figura 4.



Figura 4. Riego desde las gavetas al cultivo

#### 3.8.5. Fertilización

La fertilización fue química y se efectuó con 120-60-90 kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio, utilizando como fuente de fertilizantes Urea (46 % de N), súper fosfato triple (46 % de  $P_2O_5$ ) y Muriato de potasio (60 % de  $K_2O$ ). El nitrógeno se aplicó a los 20, 40 y 60 días después del trasplante, mientras que el fósforo y potasio al momento del trasplante (Figura 5).



Figura 5. Fertilización.

### 3.8.6. Control de malezas

El control de malezas se efectuó de forma manual, conforme se presentaron las malezas en el cultivo (Figura 6).



Figura 6. Control de malezas manual

### 3.8.7. Control fitosanitario

No se presentaron plagas y enfermedades durante el desarrollo del cultivo, como se puede apreciar en la figura 7.



Figura 7. Cultivo libre de plagas y enfermedades

### 3.8.8. Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual, conforme se presente la madurez fisiológica de las plantas en los diferentes tratamientos (Figura 8).



Figura 8. Cultivo cosechado en los diferentes tratamientos

### **3.9. Datos evaluados**

En el caso de las variables en arroz, se evaluaron los componentes como:

#### **3.9.1. Vigor**

El vigor de las plantas se determinó a los 50 días de edad del cultivo, para lo cual se clasificó de acuerdo a la escala del sistema de evaluación estándar para arroz del CIAT (Jennings, Coffman, & Kauffman, 1981).

Aplicación de la escala.

1 = Plantas muy vigorosas.

3 = Plantas vigorosas.

5 = Plantas intermedias o normales

7 = Plantas menos vigorosas que lo normal.

9 = Plantas muy débiles y pequeñas.

#### **3.9.2. Altura de planta (cm)**

Se tomó al momento de la cosecha y estuvo determinada por la distancia comprendida desde el nivel del suelo al ápice de la espiga más sobresaliente, en diez plantas tomadas al azar.

#### **3.9.3. Días a la floración**

Es el tiempo comprendido desde la siembra del semillero hasta que el 50 % de las plantas presenten panículas fuera de la hoja envainadora.

#### **3.9.4. Número de macollos**

A la cosecha, dentro de cada platabanda, se contaron los macollos que estuvieren dentro de esa superficie.

#### **3.9.5. Número de panículas**

En cada platabanda se procedió a contar el número de panículas en cada parcela experimental.

#### **3.9.6. Longitud de las panículas**

Se tomó 5 panículas de cada platabanda y se midió la longitud desde la base al ápice de la panícula, excluyendo las aristas, luego se obtuvo su promedio. Sus resultados se expresaron en cm.

### **3.9.7. Granos por panículas**

Se tomó al azar 5 panículas por parcela experimental, procediéndose a contar los granos, luego se promediaron sus resultados.

### **3.9.8. Peso de 1000 granos**

Se tomaron 1000 granos libre de daños de insectos y enfermedades por cada platabanda, luego se procedió a pesar en una balanza de precisión, cuyos pesos se expresaron en gramos.

### **3.9.9. Rendimiento del grano**

Estuvo determinado por el peso de los granos provenientes de cada platabanda. El peso se ajustó al 14 % de humedad y se transformó a tonelada por hectárea. Para uniformizar los pesos se empleó la fórmula siguiente (León, 2017):

$$Pu = \frac{Pa (100 - ha)}{(100 - hd)}$$

Pu= peso uniformizado

Pa= peso actual

ha= humedad actual

hd= humedad deseada

### **3.9.10. Longitud de la raíz**

Se tomó al momento que la planta estuvo lista para la cosecha, midiendo desde el cuello de raíz hasta la punta de la raíz y fue expresado en cm.

### **3.9.11. Biomasa fresca de la raíz**

Se determinó el peso total del área radicular húmeda al momento de la cosecha y se expresó el resultado en gramos.

### **3.9.12. Biomasa seca de la raíz**

Se recolectó las muestras del sistema radicular el cual fue colocado por 48 h en estufa con circulación forzada de aire a 65 °C y se determinó el peso seco y la producción de materia seca. Se expresó el resultado en gramos.

### **3.9.13. Biomasa fresca de la parte aérea**

Se determinó el peso total de la parte aérea húmeda al momento de la cosecha. El resultado se expresó en gramos.

### **3.9.14. Biomasa seca de la parte aérea**

Se recolectó las muestras de la parte aérea la cual fue colocada por 48 h en estufa con circulación forzada de aire a 65 °C y se determinó el peso seco y la producción de materia seca. Se expresó el resultado en gramos.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Vigor

En el Cuadro 2, se presentan los resultados de vigor. El andeva reportó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 27,63 %.

El uso de *Amaranthus* spp. reportó promedio (3), siendo mejor vigor, según la escala del CIAT, estadísticamente igual al Testigo sin aplicación e iguales estadísticamente al empleo de *Echinochloa colona* y *Digitaria sanguinalis* y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el promedio (6) el cual significa que tienen un vigor normal, para el tratamiento con *Cyperus rotundus* que mostró el menor valor.

Cuadro 2. Vigor, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019.

Nº	Tratamientos Malezas	Vigor
T1	<i>Echinochloa colona</i>	5 a b
T2	<i>Digitaria sanguinalis</i>	5 a b
T3	<i>Cyperus rotundus</i>	6 b
T4	<i>Amaranthus</i> spp.	3 a
T5	Sin aplicación	4 a
Promedio general		4
Significancia estadística		*
Coeficiente de variación (%)		27,63

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.  
Ns= no significativo  
\*= significativo  
\*\*= altamente significativo

## 4.2. Altura de planta (cm)

La variable altura de planta se registra en el Cuadro 3, el análisis de varianza no obtuvo diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 7,35 %.

Cuando no se utilizó exudados radiculares (Testigo), se mostró mayor altura de planta con 101,4 cm y el menor promedio fue para el uso de *Cyperus rotundus* con 91,3 cm.

Cuadro 3. Altura de planta, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019.

Nº	Tratamientos Malezas	Altura de planta
T1	<i>Echinochloa colona</i>	97,5 a
T2	<i>Digitaria sanguinalis</i>	99,6 a
T3	<i>Cyperus rotundus</i>	91,3 a
T4	<i>Amaranthus</i> spp.	99,3 a
T5	Sin aplicación	101,4 a
Promedio general		97,8
Significancia estadística		ns
Coeficiente de variación (%)		7,35

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.  
Ns= no significativo  
\*= significativo  
\*\*= altamente significativo

### 4.3. Días a la floración

No se detectaron diferencias significativas en la variable días a floración y el coeficiente de variación fue 3,76 % (Cuadro 4).

El tratamiento con *Cyperus rotundus* floreció en mayor tiempo (89 días) mientras que el testigo sin aplicación de exudados radiculares en malezas floreció en menor tiempo (84 días).

Cuadro 4. Días a floración, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019.

Nº	Tratamientos Malezas	Días a floración
T1	<i>Echinochloa colona</i>	87 a
T2	<i>Digitaria sanguinalis</i>	88 a
T3	<i>Cyperus rotundus</i>	89 a
T4	<i>Amaranthus</i> spp.	87 a
T5	Sin aplicación	84 a
Promedio general		87
Significancia estadística		ns
Coeficiente de variación (%)		3,76

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

Ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

#### 4.4. Número de macollos

El número de macollos/platabanda se observa en el Cuadro 5. El análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 3,65 %.

El mayor promedio lo alcanzó el tratamiento testigo con 12 macollos/platabandas, estadísticamente superior al resto de tratamientos. El menor valor fue para el uso de *Cyperus rotundus* con 9 macollos/platabandas.

Cuadro 5. Número de macollos/platabanda, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019

Nº	Tratamientos Malezas	Número de macollos/platabanda
T1	<i>Echinochloa colona</i>	11 b
T2	<i>Digitaria sanguinalis</i>	10 b
T3	<i>Cyperus rotundus</i>	9 c
T4	<i>Amaranthus</i> spp.	10 b
T5	Sin aplicación	12 a
Promedio general		11
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		3,65

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

Ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

#### 4.5. Número de panículas

El número de panículas/platabanda detectó en el análisis de varianza diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 3,64 % (Cuadro 6).

El mayor promedio lo reportó el tratamiento testigo con 12 panículas/platabandas, estadísticamente superior al resto de tratamientos. El menor valor fue para el uso de *Cyperus rotundus* con 8 panículas/platabandas.

Cuadro 6. Número de panículas/platabanda, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019

Nº	Tratamientos Malezas	Número de panículas/platabanda
T1	<i>Echinochloa colona</i>	10 b
T2	<i>Digitaria sanguinalis</i>	10 b
T3	<i>Cyperus rotundus</i>	8 b
T4	<i>Amaranthus</i> spp.	10 c
T5	Sin aplicación	12 a
Promedio general		10
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		3,64

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.  
Ns= no significativo  
\*= significativo  
\*\*= altamente significativo

#### 4.6. Longitud de las panículas (cm)

No se detectaron diferencias significativas en longitud de panículas y el coeficiente de variación fue 3,29 %, según se observa en el Cuadro 7.

El tratamiento con *Amaranthus* spp. obtuvo mayor longitud de panículas (22,2 cm) mientras que el tratamiento con *Cyperus rotundus* mostró el menor promedio (21,3 cm).

Cuadro 7. Longitud de panículas, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019

Nº	Tratamientos Malezas	Longitud de panículas
T1	<i>Echinochloa colona</i>	22,0 a
T2	<i>Digitaria sanguinalis</i>	22,0 a
T3	<i>Cyperus rotundus</i>	21,3 a
T4	<i>Amaranthus</i> spp.	22,2 a
T5	Sin aplicación	21,9 a
Promedio general		21,9
Significancia estadística		ns
Coeficiente de variación (%)		3,29

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.  
Ns= no significativo  
\*= significativo  
\*\*= altamente significativo

#### 4.7. Granos por panículas

En el Cuadro 8, se presentan los resultados de granos por panículas. El andeva reportó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 1,19 %.

El tratamiento testigo sin utilización de exudados radiculares de malezas mostró el mayor valor con 100,0 granos por panículas, estadísticamente igual a los demás tratamientos, excepto al uso de *Digitaria sanguinalis* que presentó 97,8 granos por panículas.

Cuadro 8. Granos por panículas, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019

Nº	Tratamientos Malezas	Granos por panículas
T1	<i>Echinochloa colona</i>	99,6 a b
T2	<i>Digitaria sanguinalis</i>	97,8 b
T3	<i>Cyperus rotundus</i>	98,8 a b
T4	<i>Amaranthus</i> spp.	99,0 a b
T5	Sin aplicación	100,0 a
Promedio general		99,0
Significancia estadística		*
Coeficiente de variación (%)		1,19

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.  
Ns= no significativo  
\*= significativo  
\*\*= altamente significativo

#### 4.8. Peso de 1000 granos

El peso de 1000 granos en el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 8,39 % (Cuadro 9).

El mayor promedio lo reportó el tratamiento testigo con 29,6 g, estadísticamente superior al resto de tratamientos. El menor valor fue para el uso de *Cyperus rotundus* con 20,7 g.

Cuadro 9. Peso de 100 semillas, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019

Tratamientos		Peso de 1000
Nº	Malezas	semillas
T1	<i>Echinochloa colona</i>	24,3 b
T2	<i>Digitaria sanguinalis</i>	23,5 bc
T3	<i>Cyperus rotundus</i>	20,7 c
T4	<i>Amaranthus</i> spp.	24,4 b
T5	Sin aplicación	29,6 a
Promedio general		24,5
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		8,39

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.  
Ns= no significativo  
\*= significativo  
\*\*= altamente significativo

#### 4.9. Rendimiento del grano

El cuanto al rendimiento, el análisis de varianza alcanzó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 8,27 %, lo que se observa en el Cuadro 10.

El mayor promedio lo mostró el tratamiento testigo con 3516,5 kg/ha, estadísticamente superior al resto de tratamientos, cuyo menor valor fue para el uso de *Cyperus rotundus* con 2457,4 kg/ha.

Cuadro 10. Rendimiento, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019

Tratamientos		Rendimiento
Nº	Malezas	Kg/ha
T1	<i>Echinochloa colona</i>	2895,7 b
T2	<i>Digitaria sanguinalis</i>	2798,5 bc
T3	<i>Cyperus rotundus</i>	2457,4 c
T4	<i>Amaranthus</i> spp.	2899,6 b
T5	Sin aplicación	3516,5 a
Promedio general		2913,5
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		8,27

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.  
Ns= no significativo  
\*= significativo  
\*\*= altamente significativo

#### 4.10. Longitud de la raíz

En la variable longitud de raíz no se detectaron diferencias significativas en el andeva y el coeficiente de variación fue 9,97 %, según se registra en el Cuadro 11.

El tratamiento con *Echinochloa colona* obtuvo mayor longitud de raíz (32,8 cm) mientras que el tratamiento sin exudados radiculares de malezas consiguió el menor promedio (30,7 cm).

Cuadro 11. Longitud de raíz, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019

Nº	Tratamientos Malezas	Longitud de raíz
T1	<i>Echinochloa colona</i>	32,8 a
T2	<i>Digitaria sanguinalis</i>	32,7 a
T3	<i>Cyperus rotundus</i>	30,9 a
T4	<i>Amaranthus</i> spp.	32,5 a
T5	Sin aplicación	30,7 a
Promedio general		31,9
Significancia estadística		ns
Coeficiente de variación (%)		9,97

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.  
Ns= no significativo  
\*= significativo  
\*\*= altamente significativo

#### 4.11. Biomasa fresca de la raíz

En lo que respecta a biomasa fresca de la raíz, el andeva no reportó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 29,58 %, (Cuadro 12).

El tratamiento sin exudados radiculares de malezas alcanzó mayor promedio con 185,5 g y el menor promedio fue para el tratamiento de *Cyperus rotundus* con 117,8 g.

Cuadro 12. Biomasa fresca de la raíz, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019

Tratamientos		Biomasa fresca
Nº	Malezas	de la raíz
T1	<i>Echinochloa colona</i>	131,3 a
T2	<i>Digitaria sanguinalis</i>	126,6 a
T3	<i>Cyperus rotundus</i>	117,8 a
T4	<i>Amaranthus</i> spp.	129,0 a
T5	Sin aplicación	185,5 a
Promedio general		138,0
Significancia estadística		ns
Coeficiente de variación (%)		29,58

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

Ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

#### 4.12. Biomasa seca de la raíz

En biomasa seca de la raíz, el andeva no reportó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 27,89 %, lo que se refleja en el Cuadro 13.

El tratamiento sin exudados radiculares de malezas obtuvo mayor promedio con 92,1 g y el menor promedio fue para el tratamiento de *Echinochloa colona* con 58,0 g.

Cuadro 13. Biomasa seca de la raíz, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019

Tratamientos		Biomasa seca
Nº	Malezas	de la raíz
T1	<i>Echinochloa colona</i>	58,0 a
T2	<i>Digitaria sanguinalis</i>	62,6 a b
T3	<i>Cyperus rotundus</i>	71,5 b
T4	<i>Amaranthus</i> spp.	69,1 a b
T5	Sin aplicación	92,1 c
Promedio general		70,7
Significancia estadística		ns
Coeficiente de variación (%)		27,89

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

Ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

#### 4.13. Biomasa fresca de la parte aérea

Los promedios de biomasa fresca de la parte aérea se presentan en el Cuadro 14. El análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 26,03 %.

El mayor promedio lo alcanzó el tratamiento testigo sin aplicación de exudados radiculares de malezas con 358,4 g, estadísticamente superior al resto de tratamientos, siendo el menor valor para el uso de *Echinochloa colona* con 169,5 g.

Cuadro 14. Biomasa fresca de la parte aérea, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019

Nº	Tratamientos Malezas	Biomasa fresca de la parte aérea
T1	<i>Echinochloa colona</i>	169,5 b
T2	<i>Digitaria sanguinalis</i>	180,1 b
T3	<i>Cyperus rotundus</i>	221,3 b
T4	<i>Amaranthus</i> spp.	175,4 b
T5	Sin aplicación	358,4 a
Promedio general		220,9
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		26,03

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

Ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

#### 4.14. Biomasa seca de la parte aérea

En el Cuadro 15 se presenta la variable Biomasa seca de la parte aérea, el análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 28,51 %.

El mayor valor lo obtuvo el testigo sin aplicación de exudados radiculares de malezas (187,9 g), estadísticamente igual al uso de *Cyperus rotundus* y superior al resto de tratamientos. El menor valor fue para el uso de *Echinochloa colona* (97,1 g).

Cuadro 15. Biomasa seca de la parte aérea, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019

Nº	Tratamientos Malezas	Biomasa seca de la parte aérea
T1	<i>Echinochloa colona</i>	97,1 b
T2	<i>Digitaria sanguinalis</i>	109,7 b
T3	<i>Cyperus rotundus</i>	132,0 ab
T4	<i>Amaranthus</i> spp.	103,0 b
T5	Sin aplicación	187,9 a
Promedio general		125,9
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		28,51

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.

Ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

## V. DISCUSIÓN

En la actualidad para controlar patógenos y malezas en la agricultura se están utilizando alternativas ecológicas que permitan evitar la contaminación ambiental, tal como señala Zamora-Natera *et al.* (2014), que explican que el uso de plaguicidas sintéticos ha motivado la búsqueda de productos alternativos en la protección de cultivos contra la acción de organismos fitopatógenos y malezas cuya actividad, selectividad y seguridad ambiental sea adecuada. Los productos naturales son menos agresivos para el ambiente y representan una fuente alternativa de plaguicidas naturales en la agricultura.

El tratamiento testigo sin exudados radiculares sobresalió en cuanto a las características agronómicas, coincidiendo con Avila *et al.* (2017) que aclaran que las plantas tiene un fuerte efecto inhibitor del desarrollo de otras plantas, por lo que puede llegar a representar un riesgo para la flora nativa así como para el posible uso posterior de los terrenos donde se cultiva. Sin embargo; esta última propiedad biológica también puede ser usada para mejorar la productividad agrícola. Por tal razón, en los últimos años la investigación en la búsqueda y desarrollo de agroquímicos ha puesto especial atención al fenómeno de la alelopatía y a los metabolitos involucrados en este fenómeno, pues los modelos fisiológicos de esta interacción así como las estructuras de los aleloquímicos involucrados pueden llegar a ser punto de partida de nuevos herbicidas.

Los exudados radiculares de malezas si presentaron efectos alelopáticos en el cultivo de arroz, ya que Arévalo *et al.* (2014), sostiene que los compuestos alelopáticos alteran una gran cantidad de procesos fisiológicos, como: división y diferenciación celular, traslado de iones y agua, metabolismo de fitohormonas, respiración, fotosíntesis, funciones de enzimas, traducción de expresión de genes. Los compuestos alelopáticos son productos del metabolismo secundario, elaborados por las plantas y liberados para el ambiente a través de la volatilización, lixiviación, exudación radicular y descomposición de residuos de plantas incorporados al suelo.

## VI. CONCLUSION

Por los resultados obtenidos, se concluye:

- El mayor vigor de las plantas se presentó con exudados radiculares de malezas de *Amaranthus* spp.
- El tratamiento con *Amaranthus* spp. obtuvo mayor longitud de panículas.
- La altura de planta, días a floración, número de macollos y panículas/platabandas, granos por panículas, peso de 1000 granos y rendimiento con 3516,5 kg/ha sobresalieron cuando no se utilizaron exudados radiculares (Testigo).
- El tratamiento con *Echinochloa colona* obtuvo mayor longitud de raíz, en tanto que el tratamiento testigo sin exudados radiculares de malezas mostró mayor peso de Biomasa fresca y seca de la raíz, Biomasa fresca y seca de la parte aérea.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Por lo antes expuesto se recomienda:

- No utilizar exudados radiculares de malezas, por causar efecto alelopático en el cultivo de arroz bajo condiciones de invernadero.
- Validar la investigación con otro cultivo de ciclo corto, para comprobar la efectividad de los tratamientos estudiados.
- Realizar investigaciones con otros tipos de exudados radiculares en arroz, con la finalidad de obtener otras respuestas agronómicas.

## VII. RESUMEN

El presente trabajo experimental se realizó en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, perteneciente a la Provincia de los Ríos. Las coordenadas geográficas son 01° 49' de latitud sur y 79° 32' de longitud oeste, a 8 msnm. Se utilizó como material de siembra, semilla de arroz Iniap 14. Los tratamientos estudiados fueron exudados radiculares de malezas de *Echinochloa colona*, *Digitaria sanguinalis*, *Cyperus rotundus*, *Amaranthus* spp. y testigo sin utilización de exudados radiculares. Se utilizó el diseño experimental denominado "Completamente al Azar" con cinco tratamientos y seis repeticiones. Todas las variables fueron evaluadas con la prueba de significancia estadística de Tukey al nivel 0,05. Durante el desarrollo del cultivo, se realizaron las siguientes labores y prácticas agrícolas, como elaboración de platabandas, siembra, ubicación de las malezas, riego, fertilización, control de malezas y fitosanitario y cosecha. En el caso de las variables en arroz se evaluaron los componentes como vigor, altura de planta, días a la floración, número de macollos y panículas, longitud y granos por panículas, peso de 100 granos, rendimiento del grano, longitud de la raíz, biomasa fresca y seca de la raíz, biomasa fresca y seca de la parte aérea. Por los resultados obtenidos, se determinó que el mayor vigor de las plantas se presentó con exudados radiculares de malezas de *Amaranthus* spp.; la altura de planta, días a floración, número de macollos y panículas/platabandas, granos por panículas, sobresalieron cuando no se utilizó exudados radiculares (Testigo); el tratamiento con *Amaranthus* spp. obtuvo mayor longitud de panículas; cuando no se utilizó exudados radiculares (Testigo) se presentó mayor peso de 100 granos y rendimiento con 3516,5 kg/ha y el tratamiento con *Echinochloa colona* obtuvo mayor longitud de raíz, en tanto que el tratamiento testigo sin exudados radiculares de malezas, mostró mayor peso de Biomasa fresca y seca de la raíz, Biomasa fresca y seca de la parte aérea.

Palabras claves: alelopatía, exudados radiculares, malezas, arroz, invernadero.

## VIII. SUMMARY

The present experimental work was carried out in the greenhouse of the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Babahoyo, belonging to the Province of Los Ríos. The geographic coordinates are 010 49 'south latitude and 79 ° 32' west longitude, 8 meters above sea level. Iniap 14 rice seed was used as seed material. The treatments studied were radicular weed exudates of *Echinochloa colona*, *Digitaria sanguinalis*, *Cyperus rotundus*, *Amaranthus* spp. and control without the use of root exudates. The experimental design called "Completely Random" was used with five treatments and six repetitions. All variables were evaluated with the Tukey statistical significance test at the 0.05 level. During the development of the crop, the following tasks and agricultural practices were carried out, such as elaboration of platabandas, sowing, location of the weeds, irrigation, fertilization, weed and phytosanitary control and harvesting. In the case of the variables in rice, the components were assessed as vigor, plant height, days to flowering, number of tillers and panicles, length and grains per panicles, weight of 100 grains, grain yield, root length, fresh and dry biomass of the root, fresh and dry biomass of the aerial part. From the results obtained, it was determined that the highest vigor of the plants was presented with root weed exudates of *Amaranthus* spp; plant height, days to flowering, number of tillers and panicles / platabandas, grains per panicle, stood out when root exudates were not used (Witness); the treatment with *Amaranthus* spp. obtained greater length of panicles; When no root exudates were used (Control), greater weight of 100 grains and yield was presented with 3516.5 kg / ha and the treatment with *Echinochloa colona* obtained greater root length, while the control treatment without root weed exudates showed greater weight of fresh and dry biomass of the root, fresh and dry biomass of the aerial part.

Key words: allelopathy, root exudates, weeds, rice, greenhouse.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Acciares, H., Asenjo, C. 2013. Efecto alelopático de *Sorghum halepense* (L.) Pers. sobre el crecimiento de la plántula y la biomasa aérea y radical de *Triticum aestivum* (L.). *Ecología austral. Versión On-line* ISSN 1667-782X. Ecol. austral v.13 n.1 .
- Arévalo, R., Bertoncini, E., Aranda, E., González, T. 2014. Alelopatía en *Saccharum* spp. (caña de azúcar) *Avances en Investigación Agropecuaria*. Universidad de Colima Colima, México. Vol. 15, núm. 1, 2011, pp. 51-60.
- Arévalo, R., Salgado, S., Bertoncini, E., Aranda, E. 2014. Efecto alelopático de *Rottboellia cochinchinensis* (LOUR.) Clayton sobre dos variedades de *Saccharum* spp. *Fitosanidad*, vol. 16, núm. 1, abril, 2012, pp. 39-42 Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal La Habana, Cuba
- Avila, L., Murillo, W., Durango, E., Torres, F., Quiñones, W., Echeverri, F. 2017. Efectos alelopáticos diferenciales de extractos de eucalipto *Scientia Et Technica*. Universidad Tecnológica de Pereira Pereira, Colombia, vol. XIII, núm. 33, pp. 203-204
- Blanco, Y. 2016. La utilización de la alelopatía y sus efectos en diferentes cultivos agrícolas. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas La Habana, Cuba. *Cultivos Tropicales*, vol. 27, núm. 3, 2006, pp. 5-16
- Bonilla, G. (2013). Exudados radiculares. Disponible en <http://rootexudates.blogspot.com/>
- Casanova, F.; Ramírez, L.; Solorio, F. 2017. Interacciones radiculares en sistemas agroforestales: mecanismos y opciones de manejo. Universidad de Colima Colima, México. *Avances en Investigación Agropecuaria*, vol. 11, núm. 3, septiembre-diciembre, 2007, pp. 41-52

- García, R. 2014. Potencialidades de maíz, millo y girasol como cultivos alelopáticos para el control de malezas. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal La Habana, Cuba. Fitosanidad, vol. 9, núm. 3, pp. 23-26
- García, R. 2015. Utilización del potencial alelopático del arroz como alternativa no contaminante para el combate de malezas. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal La Habana, Cuba. Fitosanidad, vol. 9, núm. 4, diciembre, 2005, p. 68
- Gómez, R. 2014. Efecto del control de malezas con paraquat y glifosato sobre la erosión y pérdida de nutrientes del suelo en cafeto. Universidad de Costa Rica Alajuela, Costa Rica. Agronomía Mesoamericana, vol. 16, núm. 1, enero-junio, 2005, pp. 77-87
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) (2017). Disponible en <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2013). Disponible en <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Fenarroz.%20Nueva%20variedad%20de%20arroz%20INIAP%2014%20Filipino..pdf>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). (2017). Estación Agrometeorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo.
- Layne-Garsaball, J., Méndez-Natera, J. 2017. Efectos de extractos acuosos de la maleza *Cyperus rotundus* L. (Cyperaceae) sobre la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de maíz (*Zea mays* L.) cv. Pioneer 3031. Revista Peruana de Biología. Versión On-line ISSN 1727-9933. Rev. peru
- León, G. (2017). Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Efectos de fertilizantes foliares a base de extracto del alga *Ascophyllum nodosum*, sobre el rendimiento de variedades arroz (*Oryza sativa* L.) bajo riego, en la zona de Babahoyo

- Lorenzo, P., González, L. 2014. Alelopatía: una característica ecofisiológica que favorece la capacidad invasora de las especies vegetales. Asociación Española de Ecología Terrestre Alicante, España. Ecosistemas, vol. 19, núm. 1, enero-abril, 2010, pp. 79-91
- Murillo, E., Viña, A., Ruíz, V., Pérez, C. 2015. Efecto alelopático de la fracción clorofórmica de *Lagascea mollis* Cav. (Asteraceae) sobre la germinación y el crecimiento radicular de *Oryza sativa* L. Vitae, vol. 12, núm. 1, 2005, pp. 63-71 Universidad de Antioquia Medellín, Colombia
- Orozco-Soto, M., Gutiérrez-Rojas, M., Peralta-Pérez, M. 2014. Efecto de la composición de una mezcla de hidrocarburos en la respuesta fenotípica y la acumulación de azúcares por *Bouteloua curtipendula* Michx. Torr en cultivos *in vitro*. Polibotánica. Versión impresa ISSN 1405-2768. Polibotánica no.38
- Ramírez, J. (2014). Efectos de las malezas en los cultivos. Producción de arroz en Guatemala. Pág. 132.
- RIA. 2015. La importancia del suelo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Buenos Aires, Argentina. Revista de Investigaciones Agropecuarias, vol. 41, núm. 2, agosto, 2015
- Tejeda–Sartorius, O., Rodríguez–González, M. 2017. Inhibidores de germinación y crecimiento de maleza y hortalizas, en residuos de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.). Agrociencia. Versión On-line ISSN 2521-9766 versión impresa ISSN 1405-3195. Agrociencia vol.42 no.4.
- Valerino, A., Spengler, I., Maurice, T., Gonzalez, T. 2015. Estudio fitoquímico preliminar del extracto etanólico del follaje de *Lantana trifolia* L. actividad alelopática. Universidad de Oriente Santiago de Cuba, Cuba. Revista Cubana de Química, vol. XVII, núm. 3, 2005, p. 227

Zamora-Natera, F., García-López, P., Ruiz-López, M., Salcedo-Pérez, E. 2014. Composición de alcaloides en semillas de *Lupinus mexicanus* (Fabaceae) y evaluación antifúngica y alelopática del extracto alcaloideo. Colegio de Postgraduados Texcoco, México. *Agrociencia*, vol. 42, núm. 2, febrero-marzo, 2008, pp. 185-192

## **ANEXOS**

## Cuadros de resultados y análisis de varianza

Cuadro 16. Vigor, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019

Nº	Tratamientos		Repeticiones						X
	Malezas		I	II	III	IV	V	VI	
T1	<i>Echinochloa colona</i>		5	5	5	4	5	4	5
T2	<i>Digitaria sanguinalis</i>		5	5	5	5	5	5	5
T3	<i>Cyperus rotundus</i>		5	6	5	6	6	6	6
T4	<i>Amaranthus</i> spp.		5	0	5	5	5	0	3
T5	Sin aplicación		4	4	3	3	3	4	4

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

Vigor 30 0,39 0,29 27,63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 23,87 4 5,97 3,98 0,0124

Trat 23,87 4 5,97 3,98 0,0124

Error 37,50 25 1,50

Total 61,37 29

Cuadro 17. Altura de planta, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019

Nº	Tratamientos		Repeticiones						X
	Malezas		I	II	III	IV	V	VI	
T1	<i>Echinochloa colona</i>		95,5	99,8	99,0	98,3	95,8	96,6	97,5
T2	<i>Digitaria sanguinalis</i>		98,5	99,5	101,5	99,3	100,6	98,0	99,6
T3	<i>Cyperus rotundus</i>		96,8	97,3	59,0	97,8	99,5	97,5	91,3
T4	<i>Amaranthus</i> spp.		96,8	100,5	100,0	99,0	99,7	99,6	99,3
T5	Sin aplicación		102,0	100,3	102,5	101,0	101,4	101,1	101,4

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

Alt pl 30 0,22 0,09 7,35

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 361,42 4 90,35 1,75 0,1714

Trat 361,42 4 90,35 1,75 0,1714

Error 1293,36 25 51,73

Total 1654,78 29

Cuadro 18. Días a floración, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019

Nº	Tratamientos		Repeticiones					X	
	Malezas		I	II	III	IV	V		VI
T1	<i>Echinochloa colona</i>		86	88	81	89	90	90	87
T2	<i>Digitaria sanguinalis</i>		92	84	82	90	91	89	88
T3	<i>Cyperus rotundus</i>		91	90	82	92	93	88	89
T4	<i>Amaranthus</i> spp.		86	90	90	83	88	87	87
T5	Sin aplicación		85	81	85	85	85	85	84

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

Florac 30 0,23 0,11 3,76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 80,53 4 20,13 1,87 0,1474

Trat 80,53 4 20,13 1,87 0,1474

Error 269,33 25 10,77

Total 349,87 29

Cuadro 19. Número de macollos, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019

Nº	Tratamientos		Repeticiones					X
	Malezas	I	II	III	IV	V	VI	
T1	<i>Echinochloa colona</i>	11,3	11,0	11,0	10,8	11,3	10,5	11,0
T2	<i>Digitaria sanguinalis</i>	11,3	10,5	10,3	10,3	9,8	10,5	10,4
T3	<i>Cyperus rotundus</i>	9,0	8,5	9,8	9,3	9,5	8,8	9,1
T4	<i>Amaranthus</i> spp.	10,8	10,8	10,3	10,3	10,3	10,5	10,5
T5	Sin aplicación	13,0	12,3	12,0	12,3	12,5	12,0	12,3

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
Macollos 30 0,89 0,88 3,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor  
 Modelo. 31,84 4 7,96 52,46 <0,0001  
 Trat 31,84 4 7,96 52,46 <0,0001  
 Error 3,79 25 0,15  
Total 35,63 29

Cuadro 20. Número de panículas, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019

Nº	Tratamientos		Repeticiones					X
	Malezas	I	II	III	IV	V	VI	
T1	<i>Echinochloa colona</i>	10,8	10,3	10,3	10,3	10,8	10,0	10,4
T2	<i>Digitaria sanguinalis</i>	10,8	10,0	10,0	10,3	9,5	10,3	10,1
T3	<i>Cyperus rotundus</i>	8,0	7,8	8,5	8,8	8,5	8,0	8,3
T4	<i>Amaranthus</i> spp.	10,3	10,3	9,8	9,8	9,5	10,0	9,9
T5	Sin aplicación	12,8	12,0	11,8	12,0	12,0	11,5	12,0

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
Paniculas 30 0,93 0,91 3,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor  
 Modelo. 42,82 4 10,71 78,81 <0,0001  
 Trat 42,82 4 10,71 78,81 <0,0001  
 Error 3,40 25 0,14  
Total 46,22 29

Cuadro 21. Longitud de panícula, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019

Nº	Tratamientos Malezas	Repeticiones						X
		I	II	III	IV	V	VI	
T1	<i>Echinochloa colona</i>	22,8	22,5	21,5	22,0	22,0	21,3	22,0
T2	<i>Digitaria sanguinalis</i>	22,8	21,9	22,8	22,0	20,8	22,0	22,0
T3	<i>Cyperus rotundus</i>	22,3	21,3	20,9	21,3	22,0	20,3	21,3
T4	<i>Amaranthus</i> spp.	21,3	20,9	22,9	23,3	22,5	22,3	22,2
T5	Sin aplicación	22,0	22,5	22,4	21,0	21,8	21,5	21,9

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
Long pani 30 0,17 0,03 3,29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor  
 Modelo. 2,57 4 0,64 1,25 0,3174  
 Trat 2,57 4 0,64 1,25 0,3174  
 Error 12,92 25 0,52  
Total 15,49 29

Cuadro 22. Granos por panículas, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019

Nº	Tratamientos		Repeticiones					X
	Malezas	I	II	III	IV	V	VI	
T1	<i>Echinochloa colona</i>	100	101	100	99	100	99	100
T2	<i>Digitaria sanguinalis</i>	99	99	96	99	98	97	98
T3	<i>Cyperus rotundus</i>	99	99	100	100	96	99	99
T4	<i>Amaranthus</i> spp.	101	100	98	97	98	100	99
T5	Sin aplicación	100	100	102	99	99	100	100

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

Granos/pan 30 0,32 0,22 1,19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 16,70 4 4,17 3,00 0,0375

Trat 16,70 4 4,17 3,00 0,0375

Error 34,74 25 1,39

Total 51,44 29

Cuadro 23. Peso de 100 semillas, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019

Nº	Tratamientos		Repeticiones					X
	Malezas	I	II	III	IV	V	VI	
T1	<i>Echinochloa colona</i>	20,8	27,3	26,3	25,3	24,7	21,6	24,3
T2	<i>Digitaria sanguinalis</i>	25,3	23,3	24,4	24,5	21,2	22,4	23,5
T3	<i>Cyperus rotundus</i>	19,9	25,8	19,5	18,8	20,0	19,9	20,7
T4	<i>Amaranthus</i> spp.	25,5	20,9	26,0	24,9	23,4	25,5	24,4
T5	Sin aplicación	28,9	30,7	31,1	29,0	27,5	30,1	29,6

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
Peso 100 g 30 0,70 0,65 8,39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor  
 Modelo. 248,02 4 62,00 14,69 <0,0001  
 Trat 248,02 4 62,00 14,69 <0,0001  
 Error 105,53 25 4,22  
Total 353,54 29

Cuadro 24. Rendimiento, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019

Nº	Tratamientos		Repeticiones						
	Malezas		I	II	III	IV	V	VI	X
T1	<i>Echinochloa colona</i>		2475,2	3248,7	3129,7	3010,7	2939,3	2570,4	2895,7
T2	<i>Digitaria sanguinalis</i>		3010,7	2772,7	2903,6	2915,5	2522,8	2665,6	2798,5
T3	<i>Cyperus rotundus</i>		2368,1	3070,2	2320,5	2237,2	2380,0	2368,1	2457,4
T4	<i>Amaranthus</i> spp.		3034,5	2487,1	3094,0	2963,1	2784,6	3034,5	2899,6
T5	Sin aplicación		3439,1	3653,3	3700,9	3451,0	3272,5	3581,9	3516,5

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor  
 Modelo. 3512164,02 4 878041,00 14,69 <0,0001  
 Trat 3512164,02 4 878041,00 14,69 <0,0001  
 Error 1494339,53 25 59773,58  
Total 5006503,54 29

Cuadro 25. Longitud de raíz, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019

Nº	Tratamientos		Repeticiones					X
	Malezas	I	II	III	IV	V	VI	
T1	<i>Echinochloa colona</i>	32,0	32,8	32,5	32,2	33,8	33,7	32,8
T2	<i>Digitaria sanguinalis</i>	32,8	31,8	32,1	32,5	33,4	34,0	32,7
T3	<i>Cyperus rotundus</i>	31,5	31,0	30,5	29,9	30,0	32,8	30,9
T4	<i>Amaranthus</i> spp.	32,5	31,4	32,5	31,0	34,1	33,3	32,5
T5	Sin aplicación	33,8	16,8	32,8	32,6	34,5	33,8	30,7

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

Long raíz 30 0,09 0,00 9,97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 25,41 4 6,35 0,63 0,6484

Trat 25,41 4 6,35 0,63 0,6484

Error 253,74 25 10,15

Total 279,15 29

Cuadro 26. Biomasa fresca de la raíz, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019

Nº	Tratamientos		Repeticiones					X
	Malezas	I	II	III	IV	V	VI	
T1	<i>Echinochloa colona</i>	148,9	125,2	108,1	136,0	97,1	172,4	131,3
T2	<i>Digitaria sanguinalis</i>	133,2	47,6	77,1	149,7	181,7	170,3	126,6
T3	<i>Cyperus rotundus</i>	158,8	89,2	152,8	50,0	127,6	128,1	117,8
T4	<i>Amaranthus</i> spp.	92,5	125,5	121,3	131,9	153,7	149,0	129,0
T5	Sin aplicación	185,4	147,9	157,0	157,8	296,5	168,3	185,5

Variable    N    R<sup>2</sup>    R<sup>2</sup> Aj    CV  
Peso masa fresca 30 0,28    0,17 30,58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.    SC    gl    CM    F    p-valor  
Modelo. 17526,84 4 4381,71 2,46 0,0715  
Trat 17526,84 4 4381,71 2,46 0,0715  
Error 44535,49 25 1781,42  
Total 62062,32 29

Cuadro 27. Biomasa seca de la raíz, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019

Nº	Tratamientos Malezas	Repeticiones						X
		I	II	III	IV	V	VI	
T1	<i>Echinochloa colona</i>	68,0	55,5	57,9	52,0	58,5	56,3	58,0
T2	<i>Digitaria sanguinalis</i>	97,5	34,7	43,6	45,8	105,1	49,0	62,6
T3	<i>Cyperus rotundus</i>	101,2	52,2	79,3	29,4	115,0	51,8	71,5
T4	<i>Amaranthus</i> spp.	63,5	67,8	60,7	56,9	104,0	61,8	69,1
T5	Sin aplicación	78,5	80,3	89,0	79,9	134,9	89,9	92,1

Variable    N    R<sup>2</sup>    R<sup>2</sup> Aj    CV  
Peso masa seca 30 0,23    0,10 33,47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.    SC    gl    CM    F    p-valor  
Modelo. 4116,88 4 1029,22 1,84 0,1528  
Trat 4116,88 4 1029,22 1,84 0,1528  
Error 13987,51 25 559,50  
Total 18104,39 29

Cuadro 28. Biomasa fresca de la parte aérea, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019

Nº	Tratamientos		Repeticiones						X
	Malezas		I	II	III	IV	V	VI	
T1	<i>Echinochloa colona</i>		227,9	172,0	258,1	109,1	120,7	128,9	169,5
T2	<i>Digitaria sanguinalis</i>		208,9	100,7	227,8	141,7	245,0	156,2	180,1
T3	<i>Cyperus rotundus</i>		228,8	225,5	314,8	128,8	301,1	128,6	221,3
T4	<i>Amaranthus</i> spp.		187,5	170,8	189,1	132,4	238,1	134,4	175,4
T5	Sin aplicación		395,0	389,9	387,0	356,9	300,2	321,5	358,4

Variable    N    R<sup>2</sup>    R<sup>2</sup> Aj    CV  
Peso biomasa fresca    30    0,65    0,59    26,03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.    SC    gl    CM    F    p-valor  
Modelo.    151791,35    4    37947,84    11,48    <0,0001  
Trat    151791,35    4    37947,84    11,48    <0,0001  
Error    82662,70    25    3306,51  
Total    234454,05    29

Cuadro 29. Biomasa seca de la parte aérea, en el efecto alelopático de algunas especies de malezas en el cultivo de arroz, FACIAG, 2019

Nº	Tratamientos		Repeticiones						X
	Malezas		I	II	III	IV	V	VI	
T1	<i>Echinochloa colona</i>		100,2	94,0	130,9	93,1	82,5	82,0	97,1
T2	<i>Digitaria sanguinalis</i>		138,0	78,8	100,6	70,5	159,5	110,5	109,7
T3	<i>Cyperus rotundus</i>		123,5	150,3	195,5	64,5	166,9	91,3	132,0
T4	<i>Amaranthus</i> spp.		120,0	78,9	111,9	79,0	150,9	77,1	103,0
T5	Sin aplicación		212,3	223,1	180,6	110,5	190,7	210,1	187,9

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Peso bimasa seca	30	0,51	0,43	28,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	32985,73	4	8246,43	6,40	0,0011
Trat	32985,73	4	8246,43	6,40	0,0011
Error	32214,15	25	1288,57		
<u>Total</u>	<u>65199,87</u>	<u>29</u>			

### Fotografías



Cortada de tablones



Haciendo el marco del meson



Platabanda terminada



Arreglando el plástico para la retención del agua



Arreglando el plástico para la retención del agua



Platabanda lista para la colocación de tierra



recolección de tierra común para la platabanda



recolección de tierra común para la platabanda



Platabanda llena con tierra común, lista para la siembra



Platabanda llena con tierra común lista, para la siembra



Hecha de los agujeros a las bandejas por donde bajara el agua por gravedad con el exudado radicular



Llenado de bandejas con tierra común para la siembra de las malezas seleccionadas



Bandejas listas para la siembra de las malezas



Colocación de las bandejas en la platabanda



Colocación de ceniza en los hoyos para evitar la proliferación de hongos en las semillas



Platabanda lista para la siembra del cultivo



Platabanda lista para la siembra del cultivo



Recolección de las malezas seleccionadas



Siembra de las malezas en las bandejas



Siembra de arroz directamente en la platabanda



Identificación de los tratamientos



Identificación de los tratamientos



Riego a las bandejas en donde están sembradas las malezas



Riego normal al tratamiento testigo



Maleza con el agua de riego, la cual acumulara la exudación radicular de la misma



Descenso del agua de forma lenta hacia los cajones en donde está sembrado el arroz



Riego de las platabandas



Germinación de las semillas a los 9 días



Formación de lámina de agua



Plantas de arroz de 15 días después de la germinación



Raleo



fertilización



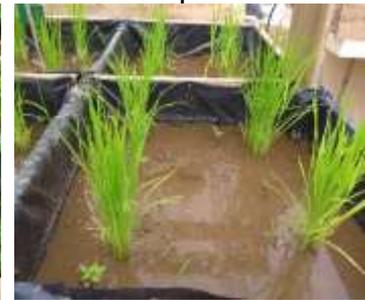
N y fertilizante completo



Plantas raleadas colocadas en trinas identificadas previamente con los tratamientos



Proliferación de malezas en los tratamientos



Los testigos no mostraron proliferación de malezas



Control de malezas de forma manual



Recolección de malezas para reposición de las muertas



Reemplazo de malezas vivas por las muertas



Plantas de 24 días después de la germinación



Toma de datos del vigor de la planta



Colocando 4 gr de fertilizante completofol, el cual actúa vía foliar y edáfica



4 gr de complefol / cada 2.5 l de agua



Fertilizacion foliar



Preparación de Methomilaq 900



Methomilaq 900 insecticida utilizado para el control de los pulgones e insectos plaga



Control de insectos plaga (fumigación) control químico



Tercera fertilización con urea



Planta de arroz de un mes y 10 días



Plantas de arroz de un mes y 20 días



Visita del ing. Fernando Cobos (tutor académico)



Riego a las bandejas con las malezas



Plantas de arroz de 2 meses



Floración de arroz entre los 80 y 90 días



Preparación de insecticida y fungicida para la fumigación del cultivo



Fumigación (control químico de insectos y hongo)



Insecticida engeo ( 5 ml x Lt)



Fungicida solvendazim (10ml /2.5 Lt)



Etapas de llenado del grano



Toma de datos de # de espigas/plantas, # de macollos /planta, altura de planta, altura de espiga etc



Toma de datos de # de espigas/plantas, # de macollos /planta, altura de planta, altura de espiga etc



Visita del ing. Fernando Cobos



Etapas de maduración del cultivo



Toma de datos de laboratorio



Identificación de los tratamientos, listos para ser colocados en la estufa y tomar datos de masa seca foliar y masa seca radicular



Colocación de los tratamientos en la estufa, para el secado a 65° C



Tratamientos listos para ser pesados



Tomando datos de peso seco



Balanza utilizada para el peso fresco y seco de los tratamientos



Tomando datos del peso seco radicular



Semillas identificadas para luego tomar el peso de 1000