

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD HERBICIDA DE BIOPREPARADO A BASE DE FIQUE (*Furcraea andina*) FERMENTADO ÁCIDO ACÉTICO Y CLORURO DE SODIO EN ARVENSES DE POTRERO EN INSTALACIONES DEL SENA-CAFEC.

*Evaluation of the herbicidal activity of biopreparation based on fermented fique (*Furcraea andina*), acetic acid and sodium chloride in paddock weeds in facilities from SENA-CAFEC.*

1aSánchez Avendaño, Daniela; **2a**Abril Ospina Daniela; **3a** Pabón González Juan P.

Centro Agroindustrial y Fortalecimiento Empresarial De Casanare
SENA- CAFEC.
Grupo de investigación Mussa-Cafec

1pdsanchez12@misena.edu.co; 2adabril6@misena.edu.co;
3jppabon42@misena.edu.co.

| RESUMEN

Se consideran como arvenses a todas las hierbas que por crecer junto o sobre plantas cultivadas, perturban e impiden el desarrollo normal, encarecen el cultivo, merman sus rendimientos o su calidad, para su control los agricultores optan por usar herbicidas de grado técnico como el Roundup cuyo ingrediente activo es el glifosato que interrumpe el crecimiento de los arvenses. En los últimos 45 años cerca de 8.600 millones de kg de glifosato se han esparcido en el mundo. En 2015 la Organización Mundial de la Salud (OMS), clasificó el glifosato como “potencialmente cancerígeno e inductor de mutaciones genéticas en los seres humanos”. Además de ser un alto contaminante de suelos y medio ambiente. En función de esto hemos venido evaluando la actividad herbicida de un compuesto orgánico a base de zumo de fique (*Furcraea andina*) fermentado con la adición de ácido acético y cloruro de sodio cuyo objeto es interrumpir el crecimiento de arvenses, además de convertirse en una alternativa de control 100% orgánico. Para su elaboración y desarrollo se utilizó el protocolo adaptado de Rosas Roa; (2007), el producto elaborado sirve de control biológico de arvenses de hoja ancha y angosta con una efectividad entre el 50 % y 90%.

Palabras Clave:

Arvense hoja Ancha y hoja angosta, Herbicida Orgánico, *Furcraea Andina*, Cloruro de sodio, Ácido Acético.

| ABSTRACT

Weeds are considered to be any plants that by growing together or on cultivated plants, disturb and prevent their normal development, make the crop more expensive and reduce their yields or quality. For their control, farmers choose to use technical grade herbicides such as Roundup whose active ingredient is glyphosate which interrupts the growth of weeds. In the last 45 years about 8.6 billion kg of deglyphosate have spread worldwide. In 2015 the World Health (WHO), classified glyphosate as "potentially carcinogenic and mutation-inducing in human beings." In addition to being a high contaminant of soils and medium environment. Based on this we have been evaluating the herbicidal activity of an organic compound based on fique juice (*Furcraea andina*) fermented with the addition of acetic acid and sodium chloride whose purpose is to interrupt the growth of weeds, in addition to becoming a 100% organic control alternative. For its production and the adapted protocol of Rosas Roa was used; (2007), the final product serves as a biological control of broad-leaved and narrow-leaved weeds with an effectiveness between the 50 % and 90%.

Keywords:

Weed broad leaf and narrow leaf, Organic Herbicide, *Furcraea andina*, Chloride of sodium, acetic acid.

| INTRODUCCIÓN

Las arvenses son hierbas que invaden cultivos, compiten por nutrientes del suelo, así como agua y luz, convirtiéndose en un problema para la agricultura. Para su control frecuentemente se usan herbicidas de grado técnico como el Roundup (Labrada, R., Caseley, J. C., & Parker, C. 1996).

Actualmente los herbicidas representan casi el 50% de los pesticidas utilizados en la agricultura y su excesivo uso ha ocasionado contaminación del suelo, problemas ambientales y en la salud (Aguayo, Carrera y Carvajal, 2016). El Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer IARC señaló efectos genéticos de la exposición a herbicidas (IARC, 2015). Destaca que "también causan daño del ADN y los cromosomas en las células humanas" Guyton, K. Z., Loomis, D., Grosse, Y., El Ghissassi, F., Benbrahim-Tallaa, L., Guha, N., & Straif, K. (2015).

Existen arvenses que presentan resistencia a los herbicidas, lo que lleva a que el control sea cada vez menos eficiente y obligue a que la dosificación sea más alta. Por ejemplo, en Colombia se fumigó con el herbicida glifosato la Eleusine indica (pasto amargo, grama) y presentó resistencia en la zona cafetera. (Menza, H. D. et al 2006).

Ante esta situación las medidas alternativas para controlar malezas son muy necesarias. Por lo tanto, se buscó crear un herbicida natural que no genere impactos ambientales, ya que estos son muy diversos, algunos evitan la germinación de semillas, otros actúan sobre enzimas específicas, inhibiendo alguna función importante (síntesis de pigmentos, absorción de agua por las raíces, crecimiento y división celular, etc.) sin afectar el cultivo principal y utilizando la biodiversidad de la región.

Basados en estudios anteriores donde demuestran que el vinagre (Arce, Pitty, Muñoz & Jaco, 2001). la sal (Aguayo et al, 2016) y el fique (Roa, 2007). actúan como herbicida se decidió comprobar su efectividad por medio de bioensayos.

El vinagre es un biopesticida usado para el control de malezas (Jâcome, Pitty, Bustamante y Arias, 2001). aunque la sal no sea orgánica, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura indicó que hacia finales del siglo XIX esta se usó para el control de malezas de hoja ancha FAO (revisado 2019). El vinagre y la sal aumentan el efecto desecante como lo señala Arce, G., 2001 citado en Aguayo et al. (2016).

El fique por su parte, contiene características similares a las del jabón como las saponinas como lo manifiestan De la Cruz López, María Alejandra y Marroquín Bravo, Diana Carolina (2011). teniendo en cuenta que el jabón es un producto aún más letal para las hierbas, porque sus componentes destruyen la superficie cerosa de la planta y la expone más rápidamente a su desecación (De la Cruz et al. 2011). como alternativa para remplazar este último componente y que el porcentaje de herbicida natural sea mayor se adaptó protocolo de Roa; (2007).

Métodos

Esta investigación es diseñada bajo el planteamiento metodológico de un enfoque cuantitativo, dado que es el mejor que se adapta a las características y necesidades del proyecto. Del enfoque cuantitativo se tomaron las técnicas de tablas de datos, muestreos in situ para la observación de porcentajes de mortalidad de arvenses al momento de aplicar bioensayos a partir del Producto Fermentado (PF) y la Solución Madre (SM).

Fase 1: Adaptación del protocolo de Rosas Roa, (2007).

- Obtención de producto fermentado (PF) a base fique. (Figura 1)
- Se cortaron en trozos 12 Kg de fique y macerados con molino manual para extraer el zumo.
- Se llenó una caneca de 55 galones con los 12 kg del fique macerado más 28 litros de agua y 500ml de Humus (Eisenia fétida).
- Se ubicó la caneca debajo de un árbol frondoso a 27° C
- Se dejó fermentar durante 3 días.

Solución Madre (SM):

Después de fermentado el PF se separó un litro del compuesto y se le agregaron 250 ml de vinagre (ácido acético) y 250 gr de sal (NaCl) y se obtuvo la (SM).



Figura 1. A-B-C-D Procedimiento de fabricación PF. Sánchez Daniela 2019

Fase 2: Delimitación del área. (Figura 2)

La población de arvenses a estudiar se diferenció en hoja ancha y hoja angosta, se realizaron 8 transectos con medidas de 1m2, se ubicaron 4 en sombra y 4 en exposición al sol, del mismo modo se ubicaron 4 transectos con medida de 50cm2 (Figura 3), con el fin de evaluar la actividad de los compuestos activos de la SM de manera individual.

Como método de prevención ante posibles precipitaciones se instalaron toldos que permitían cubrir el área y no afectar la aplicación del producto. (Figura 4).



Figura 2. A-B Delimitación de transectos 1m2. Sánchez Daniela 2019



Figura 3. A-B Delimitación de transectos 50m2. Sánchez Daniela 2019



Figura 4. Toldos de prevención a precipitaciones. Sánchez Daniela 2019

Fase 3: Bioensayos de cálculo de dosis a 50% y 95% de eficacia.

Con el fin de probar eficiencias se generaron las siguientes dosis (Figura 5):

- En transectos de 50cm2 se aplicó 1 litro de PF.
- En transectos de 50cm2 se aplicó 1 litro de PF con sal.
- En transectos de 50cm2 se aplicó 1 litro de compuesto fermentado con vinagre.
- En transectos de 50cm2 se aplicó 250ml de vinagre con 250gr se sal.
- En transectos de 50cm2 se aplicó la SM (Figura 6).
- Para el análisis de datos se realizaron tomas de datos en los que se llevan el control de cambios por transectos durante la aplicación de las pruebas de los bioensayos.

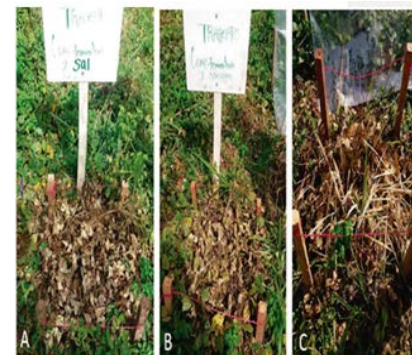


Figura 5.A-B-C Pruebas de eficiencia en transectos de 50cm2, Sánchez Daniela 2019



Figura 6. A. transectos antes de aplicación FM, **B.** transectos a las 24 hrs de aplicación FM. Abril, Sánchez Daniela 2019

Fase 4: Realizar experimentos de cálculo de dosis con dilución en agua (H2O) al 50% y 95% de eficacia.

La Solución Madre se diluyo en agua con el fin de observar si la formula seguía siendo eficiente en estas condiciones. Se aplicaron en exposición a sol y sombra las siguientes proporciones:

- SM+1 litros de agua
- SM+2 litros de agua



Figura 7. A-B Aplicación de la SM diluida en agua, Abril, Sánchez Daniela 2019

Fase 5. Análisis de Datos

En todos los casos, la eficiencia de los tratamientos y las repeticiones se evaluaron a través de una cuadrícula estadística en campo con medida de 1m² dividida en cuadrantes de 10cm² que equivalían al 1% del total de la cuadrícula (**figura 8**), la cual sus datos se tabularon por medio de Excel y así obtener porcentajes de mortalidad de los arvenses en exposición a sol y sombra.



Figura 8. Cuadrícula estadística de mortalidad, *Abril Daniela 2019*

Resultados

La tabla 1 muestra las características

Tabla 1. Características fisicoquímicas del extracto de hojas de fique, por William Antonio Lozano-Rivas (2012).

Parámetro	Valor promedio
Temperatura (°C)	18.5
pH (unidades)	4.91
Sólidos disueltos totales (SDT-ppm)	1487
DQO (mg/L)	15367

fisicoquímicas del extracto de F. Andina, según el documento uso del extracto de fique (*furcraea sp.*) como coadyuvante de coagulación en tratamiento de lixiviado de William Antonio Lozano (2012).

La tabla 2 especifica los porcentajes de mortalidad obtenidos a las 4 hrs, 24 hrs y 8 días de aplicación de la SM.

La tabla 3 muestra la eficiencia con la que actúan los compuestos activos que contiene la SM en determinados lapsos de tiempo.

La tabla 4 determina la eficiencia de los bioensayos con los compuestos activos de la SM.

La tabla 5 señala los porcentajes de eficiencia que la SM muestra por transecto cuando es diluida en agua a las 24 hrs después de haberse aplicado.

La tabla 6 indica los porcentajes de eficiencia que la SM muestra por transecto cuando es diluida en agua a los 8 días después de haberse aplicado

Tabla 2 Calculo de porcentajes de solución Madre (SM) por medio de cuadrícula estadística en la mortalidad de arvenses a las 4hrs, 24hrs y 8 días, después de aplicado el producto.

CONCENTRACIÓN	T1	T2	T3	T4	T5	T6	TIEMPO	PROMEDIO%
Solución Madre	96%	95%	97%	96%	98%	98%	4hrs	97%
Solución Madre	96%	95%	97%	96%	98%	98%	24hrs	97%
Solución Madre	98%	98%	98%	97%	98%	98%	8 días	98%

Tabla 3. Porcentajes de eficiencia por medio de cuadrícula estadística de los compuestos activos de la solución madre.

CONCENTRACIÓN POR TRANSECTO	4hrs	24hrs	8 días	PROMEDIO %
250ml H ₂ O+250g NaCl	85%	87%	90%	87%
250ml CH ₃ COOH	87%	90%	95	90%
1L Compuesto fermentado	31%	33%	61%	41%

Tabla 4. Porcentajes de eficiencia de bioensayos con los compuestos activos de la SM.

CONCENTRACIÓN POR TRANSECTO	4hrs	24 hrs	8 días	PROMEDIO %
1L Fique+250g NaCl	87%	88%	90%	88%
1L Fique+ 250ml CH ₃ COOH	90%	92%	95%	92%
250g NaCl+ 250ml CH ₃ COOH	93%	95%	97%	95%

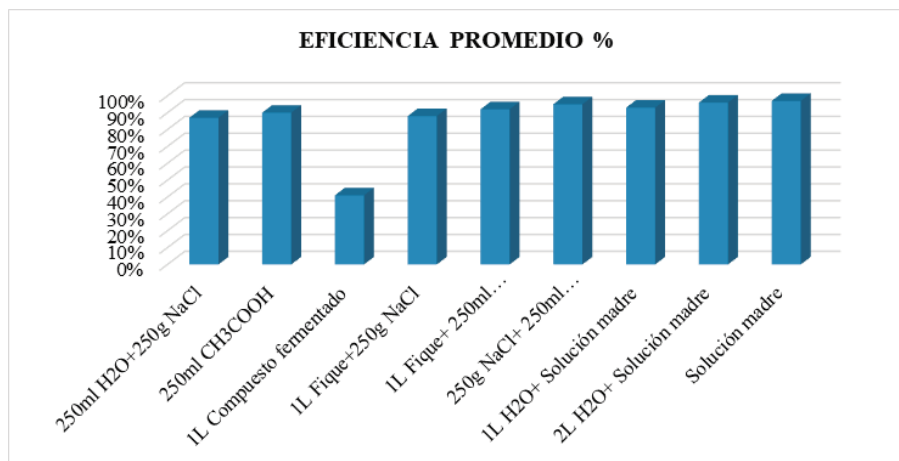
Tabla 5. Porcentajes de eficiencia por medio de cuadrícula estadística de la aplicación solución madre diluida en agua (H₂O). a las 24 hrs.

CONCENTRACIÓN	T1	T2	T3	T4	Tiempo	PROMEDIO%
1L H2O+ Solución madre	93%	92%	93%	91%	24 hrs	92%
2L H2O+ Solución madre	95%	97%	96%	97%	24hrs	96%

Tabla 6. Porcentajes de eficiencia por medio de cuadrícula estadística de la aplicación solución madre diluida en agua (H2O) a los 8 días.

CONCENTRACIÓN	T1	T2	T3	T4	Tiempo	PROMEDIO%
1L H2O+ Solución madre	96%	97%	96%	93%	8 días	95%
2L H2O+ Solución madre	98%	97%	98%	97%	8 días	97%

Gráfica 1. Promedio general de eficiencias.



Discusiones

La tabla 1 muestra que el fique (*Furcraea* sp) contiene un pH de 4.91, lo cual significa que su lixiviado es ácido, esto permite su efectividad al momento de interrumpir el crecimiento en las arvenses.

En la tabla 2, se observa el cálculo de los porcentajes de la solución madre por transecto y aun determinado tiempo, a las 4 hrs después de aplicarse el producto se obtuvo una respuesta del 97% de mortalidad de arvenses, a las 24 hrs se mantuvo el porcentaje de mortalidad y a los 8 días subió su porcentaje con 1% para así obtener un 98% de efectividad de la SM.

En la tabla 3, se evidencian los cálculos de porcentajes de eficiencia de los ingredientes activos de la SM, en la que se puede observar que el menos eficiente es el transecto con aplicación de litro de compuesto fermentado con un porcentaje del 41% de mortalidad de arvenses, siguiéndole el transecto que contenía la dosificación de 250ml H2O+250g NaCl con un 87% de mortalidad en los arvenses y el ingrediente activo más efectivo es de 250ml de CH3COOH (Ácido Acético) con un porcentaje de 90%.

En la tabla 4. Se especifican los resultados de los porcentajes de bioensayos a partir de los compuestos activos de la SM. El transecto que contenía ácido acético y sal fue el que tuvo una mayor respuesta con un 95% de efectividad, siguiéndole 1L Fique+ 250ml Ácido acético con un 92% de eficiencia, en el que menor respuesta fue el transecto con concentración de 1L Fique+250g NaCl con un 88% de efectividad.

En las tablas 5 y 6. Se muestran los porcentajes de aplicación solución madre diluida en agua (H2O). a las 24 hrs y 8 días después de la aplicación, en la que se obtuvieron resultados notorios respecto a la cantidad de agua diluida, pues la SM diluida con 2 litros de agua fue más efectiva a las 24hrs con un 96% y a los 8 días con un 97%, mientras que la diluida 1 litro a las 24hrs obtuvo un porcentaje de 92% y a los 8 días con un 97%.

Conclusiones

Los factores principales que influyeron sobre la efectividad del producto son la luz y el tiempo.

No todas las malezas reaccionaron igual a estos herbicidas naturales ya que algunas presentaron una mayor resistencia a la erradicación. La solución madre resultó ser más efectiva a la hora de interrumpir el crecimiento en las arvenses de hoja ancha, su tiempo de actuación fue más prolongado en las de hoja angosta.

Al evaluar por separado los componentes principales de la solución madre (Fique fermentado, sal y vinagre), se obtuvo que a las 24 horas de aplicar el porcentaje de efectividad de la sal 86% y el vinagre 88% son mayor que el del Fique 31%. Sin embargo, a los 8 días de aplicación el porcentaje del fique aumentó a un 61% pero el de sal y el vinagre se mantuvo estable. Por ende, se concluye que el proceso de actuación del producto fermentado fue notorio en un intervalo de tiempo más largo.

Se presentó mayor eficacia del producto en los transectos con exposición a la luz solar, aquellos que estaban ubicados en la sombra tuvieron menor respuesta.

Como la solución madre fue la concentración que tuvo más efectividad. Se diluyó en agua y se pudo observar que está sigue siendo del mismo modo efectiva, pues se observa una mejor respuesta en la dilución 2L de agua ya que al tener mayor contenido líquido se obtiene un mejor alcance dentro del transecto, es decir que podemos diluir la fórmula madre y tener un mejor aprovechamiento del producto.

REFERENCIAS

Aguayo, A. A., Maridueña, M. C., & Carvajal, G. Y. ESTUDIO DEL IMPACTO EN EL CONTROL NATURAL DE MALEZAS A PARTIR DEL VINAGRE Autores e información del artículo.

Arce, R., & Guillermo, D. (2001). Evaluación técnica del vinagre para el manejo de malezas (Bachelor's thesis, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2013.).

De la Cruz López, M. A., & Marroquín Bravo, D. C. (2011). Evaluación del efecto del jugo de fique (*furcraea gigantea*) fermentado con la levadura nativa candida guilliermondii m2l contra phytophthorainfestans de la papa en condiciones in vitro.

Guyton, K. Z., Loomis, D., Grosse, Y., El Ghissassi, F., Benbrahim-Tallaa, L., Guha, N., ... & Straif, K. (2015). Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. *The Lancet Oncology*, 16(5), 490-491.

Jácome, C., & César, A. (2001). Evaluación técnica y económica del control de malezas en el primer año después del trasplante en palma aceitera (*Elais guineensis*) (Bachelor's

thesis, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2013.).

J.C. Caseley. (revisado2019). Herbicidas. FAO: Capítulo 10. Herbicidas-FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/3/t1147s0e.htm>. IARC. (2015). IARC Publications: Some Organophosphate Insecticides and Herbicides-IARC: IARC Publications. Recuperado de <https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/MonographVolume112-1.pdf>

Menza, H. D., & Salazar, L. F. (2006). Resistencia de Eleusine indica al glifosato en cafetales de la zona cafetera central de Colombia.

Labrada, R., Caseley, J. C., & Parker, C. (1996). Manejo de malezas para países en desarrollo (Vol. 120). Food & Agriculture Org.

Rosas Roa, A. N. T. O. N. I. O. (2007). Agricultura orgánica práctica. Tecnologías sostenibles y regeneradoras del medio ambiente. Bogota Colombia: Produmedios.

PRODUCCIÓN DE HENO CON PASTO ESTRELLA (*Cynodon nlemfuensis*) COMO TECNOLOGÍA DE APROVECHAMIENTO DE FORRAJE PARA ALIMENTO DEL GANADO BOVINO EN EL CENTRO AGROINDUSTRIAL Y DE FORTALECIMIENTO EMPRESARIAL DE CASANARE

Production of hay with Star grass (Cynodon nlemfuensis) as forage harvesting technology for cattle feed in the agro-industrial and business strengthening centre of Casanare

Parra Hernández, Jhoan Andrés. a, Alvarado Pérez, Beatriz. b Katuska Ruiz, Angela.c Castro Alejandro.d

Servicio Nacional de Aprendizaje, Centro Agroindustrial y Fortalecimiento Empresarial de Casanare, Colombia
Grupo de investigación Mussa-Cafec

jhoparra@misena.edu.co a, bealpeza@hotmail.com b, akrui@misena.edu.co c, alejandrocc@misena.edu.co d