

Mucílago de *Theobroma Cacao* L. como base para un bioantimicrobiano mezclado con dos ácidos débiles: alternativas ecológicas



Mucilage of *Theobroma Cacao* L. as a base for a bioantimicrobial mixed with two weak acids: ecological alternatives

Moreno, Shailili; Morán, Evelyn; Quijije, Isabel; Ochoa, Deily

Shailili Moreno

smorenom2@unemi.edu.ec

Universidad Estatal de Milagro, Ecuador

Evelyn Morán

emoranv2@unemi.edu.ec

Universidad Estatal de Milagro, Ecuador

Isabel Quijije

iquijijeg@unemi.edu.ec

Universidad Estatal de Milagro, Ecuador

Deily Ochoa

dochoaf@unemi.edu.ec

Universidad Estatal de Milagro, Ecuador

Ecuadorian Science Journal

GDEON, Ecuador

ISSN-e: 2602-8077

Periodicidad: Semestral

vol. 5, núm. Esp.4, 2021

esj@gdeon.org

Recepción: 31 Agosto 2021

Aprobación: 04 Octubre 2021

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/606/6062739009/index.html>

DOI: <https://doi.org/10.46480/esj.5.4.173>

Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra sus sitios web personales o en depósitos institucionales, después de su publicación en esta revista, siempre y cuando proporcionen información bibliográfica que acredite su publicación en esta revista. Licencia de Creative Commons Las obras están bajo una <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

Como citar : Moreno, S., Morán, E., Quijije, I., & Ochoa, D. (2021). Mucílago de *Theobroma Cacao* L. como base para un

Resumen: El impacto ambiental y económico que genera el uso indiscriminado de productos químicos, para controlar plagas y enfermedades de los cultivos, ha generado preocupación a los agricultores en general, debido al alto costo y a los daños causados. Con base en esta situación y con el fin de controlar algunas plagas y enfermedades de los cultivos de alto interés en nuestro país, se realizó una investigación para desarrollar un bioproducto de utilidad que mejore las condiciones de cultivos afectados por esta problemática. El componente principal del producto es el mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.) que a pesar de ser un desecho puede ser aprovechado para elaborar mezclas fermentadas con ácidos débiles (ácido cítrico y ácido acético), que resultan eficientes para combatir algunos fitopatógenos. Se pudo comprobar que algunos cultivos de cacao de dos cantones pertenecientes a la provincia del Guayas se beneficiaron con la aplicación del producto (al 80% v/v), pues este resultó útil para alejar insectos y mejorar su aspecto de forma general, probablemente porque tenga acción antimicótica frente al hongo *Moniliophthora roreri*, el cual es común en este tipo de plantaciones; teniendo en cuenta que esta enfermedad ataca a los cultivos de cacao de todo el país y genera innumerables pérdidas para los agricultores; esta propuesta representa una alternativa ecológica para reducir los gastos e impactos ambientales, utilizando un bioantimicrobiano de bajo costo de producción y eficaz para controlar las plagas y enfermedades, sin daños visibles en las plantaciones tratadas.

Palabras clave: ácidos débiles, bioantimicrobiano, *Moniliophthora roreri*, mucílago de cacao, fitopatógenos.

Abstract: The environmental and economic impact generated by the indiscriminate use of chemical products to control pests and diseases of crops, has generated concern among farmers in general, due to the high cost of these chemicals and damage produced to the environment. Based on this situation and in order to control some pests and diseases of crops of high interest in our country, an investigation was carried out to prepare a useful bio product that could improve the conditions of crops affected by this problem. The main component of the product is cocoa mucilage (*Theobroma cacao* L.) which,

bioantimicrobiano mezclado con dos ácidos débiles: alternativas ecológicas. Ecuadorian Science Journal, 5(4), 98-108. DOI: <https://doi.org/10.46480/esj.5.4.173>

despite being a waste, can be used to make fermented mixtures containing weak acids such as citric and acetic acids, which are efficient to fight some phytopathogens. It was found that some cocoa crops from two cantons belonging to the province of Guayas benefited from the application of the product (at 80% v / v), since it was efficient protecting them from insects and improving their general appearance probably because it has antifungal action against the *Moniliophthora roreri* fungus, which is common in this type of plantation; taking into account that this disease attacks cocoa crops throughout the country and generates innumerable losses for farmers; This proposal represents an ecological alternative to reduce costs and environmental impacts, using a bio-antimicrobial of low production cost that is effective to control pests and diseases, without visible damage to the treated plantations.

Keywords: weak acids, bioantimicrobial, *Moniliophthora roreri*, cocoa mucilage, phytopathogens.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad resulta de gran importancia el impacto que tienen los diferentes agroquímicos sintéticos, utilizados para controlar diversas plagas y enfermedades que afectan a los cultivos, debido al impacto ambiental y económico que generan, por la composición de los agroquímicos comerciales. Los daños a largo plazo causados sobre los terrenos de cultivo y medio ambiente, provocan mayores poblaciones de organismos fitopatógenos resistentes a estos productos, lo que involucra un mayor gasto al adquirir nuevas sustancias para su control.

A través del tiempo han surgido innovaciones de gran relevancia con el fin de ayudar a controlar la emergencia por la aparición de nuevos patógenos, el aumento de la demanda de alimentos y reducción de la contaminación del medio ambiente. Teniendo en cuenta estos factores es importante el desarrollo de sistemas que aseguren el uso eficiente de los productos aplicados en los cultivos, sin afectar el medio ambiente lo cual es crucial para mantener la productividad en el futuro (Calero, Pérez, González, Olivera, Peña, Castro & Meléndrez, 2020). Se busca hacer uso de sustancias de origen natural, es decir, extractos obtenidos de plantas, frutos o desechos de estos que tengan actividad como fungicidas, herbicidas, bactericidas e insecticidas.

En este sentido, el cacao (*Theobroma cacao* L.) es un árbol procedente de América que produce un fruto del mismo nombre, el cual se puede utilizar como ingrediente para alimentos, destacando el chocolate; en Ecuador se encuentra en la región Litoral y Amazónica, el más conocido es el cacao de fino aroma, llamado también "Arriba", aunque también se produce el trinitario. Ecuador es el país con la mayor participación en este segmento con un 63% del mercado mundial según las estadísticas de ProEcuador (Fuentes, Gavilanes, & Valencia, 2019).

T. cacao es conocido por brindar productos que sirven como alimentos de diferentes tipos, pero actualmente se han observado nuevos usos en la producción de sustancias a partir de los desechos de su fruto, con aplicaciones como herbicida, fungicida, insecticida entre otros beneficios que nos otorga el uso y aprovechamiento del mucílago de cacao.

El mucílago o pulpa de cacao es una sustancia viscosa, generalmente hialina que contienen las plantas de cacao, su fruta contiene de 30 a 50 semillas, el número, forma y tamaño puede variar; son cuerpos aplanados elipsoidales de 2 a 4 cm de largo rodeada por una envoltura blancuzca y azucarada, compuesta principalmente por parénquima. La pulpa mucilaginososa está compuesta por células esponjosas parenquimatosas, las cuales contienen células muy ricas en azúcares, pentosas, ácido cítrico y sales (Urgilés, 2018).

Esta plantación se ha visto afectada durante años por diferentes plagas causadas principalmente por hongos, además de las distintas malezas que impiden su desarrollo. A causa de esto se utilizan diversos productos químicos conocidos como plaguicidas, con el fin de controlar esta situación.

La FAO y el autor Zepeda-Jazo (2018), definen el término plaga como “cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal, o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales”. Los más perjudiciales y conocidas son las malezas, los insectos y los hongos.

Para el control de estas plagas agrícolas se ha utilizado por años diversos productos, entre los más conocidos están los insecticidas, herbicidas, fungicidas y bactericidas, los cuales según diversos autores como Díaz & Betancourt Aguilar (2018), estos son denominados en forma general como plaguicidas y son clasificados según el tipo de organismo que se desea controlar.

Según la definición dada por la FAO un plaguicida es una sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo vectores de enfermedad humana o animal, especies indeseadas de plantas o animales capaces de causar daños (Díaz & Betancourt Aguilar, 2018).

Si definimos de manera general a cada uno de los 4 plaguicidas mayormente conocidos; los insecticidas sirven para matar insectos portadores de la enfermedad los cuales sirven como vector para infectar a los cultivos; según Noroña (2018), un herbicida es un compuesto químico o biológico diseñado específicamente para detener o eliminar el crecimiento total o parcialmente el crecimiento de las malezas, es decir que interrumpe alguno de los procesos fisiológicos esenciales de la misma. En el caso de los bactericidas son sustancias que sirven principalmente para matar bacterias; los fungicidas según Pérez & Forbes (2018), es un producto químico utilizado para eliminar o evitar el desarrollo de los hongos.

Los hongos constituyen uno de los principales problemas en el cultivo de cacao, según Badaracco, Sortino, & Pioli (2020), el proceso patogénico fúngico resulta efectivo cuando las esporas germinan y son capaces de superar las barreras defensivas vegetales que pueden ser físicas y/o químicas, además estos se reproducen por medio de esporas las cuales son dispersadas por el viento o animales, infectando a otras plantas cercanas. En Ecuador el cacao es afectado por la enfermedad conocida como moniliasis causada por el hongo *Moniliophthora roreri*.

M. roreri se alimenta de los frutos del cacao y, por tanto, los daña. Este hongo produce millones de esporas, que se multiplican rápidamente cuando el cacao está mal manejado y el ambiente es favorable para la reproducción (Pérez Vicente, 2018).

Para combatir enfermedades como *M. roreri* y diversas plagas que pueden aparecer en los cultivos de cacao se ha utilizado por años agroquímicos sintéticos, que son perjudiciales para los terrenos, medio ambiente y economía de los agricultores, a causa de esto se ha propuesto elaborar un biopreparado a partir de mucílago de cacao junto con dos ácidos débiles que contribuya a mejorar los aspectos de los cultivos de cacao del país.

Los biopreparados son sustancias y mezclas de origen vegetal, animal o mineral presentes en la naturaleza que tienen propiedades nutritivas para las plantas o repelentes y atrayentes de insectos, para la prevención y control de plagas y/o enfermedades (Rosas, 2017).

Los fermentos del mucílago se pueden acidificar de forma controlada utilizando ácidos débiles, por ejemplo, aumentando la concentración de ácido cítrico o mezclando con ácido acético.

Según Palacios, Alcívar, Pico, Posligua, Romero & Rosero (2019), el vinagre es un líquido ácido obtenido de la oxidación del alcohol contenido en el vino, cerveza y otras bebidas fermentadas, debido a la bacteria *acetobacter*, la misma que en presencia de oxígeno transforma el alcohol en ácido acético.

Según los autores Guadalupe-Alcoser, Salazar- Llangari, Rodríguez-Pino, & Brito-Moína (2021), mencionan que el ácido cítrico es un ácido orgánico que puede ser considerado natural, aunque puede ser sintetizado vía laboratorio, es considerado un ácido carboxílico versátil y ampliamente utilizado en el campo de la alimentación, farmacéutica, cosméticos, entre otros. Sin embargo, su concentración puede disminuir en los productos fermentados.

El ácido cítrico, así como el ácido acético tienen un pH de 3 aproximadamente por lo que son considerados como herbicidas de base natural, básicamente alteran las membranas celulares causando que las plantas dessequen, por lo que es recomendable usarlas en plantas jóvenes (Noroña, 2018).

Con el fin de controlar algunas plagas y enfermedades de los cultivos de cacao, los cuales son de alto interés en nuestro país, se realizó una investigación para desarrollar un bioproducto con pH controlado, como alternativa ecológica de utilidad que mejore las condiciones de cultivos ubicados en los cantones (El Triunfo y Naranjal), pertenecientes a la provincia del Guayas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo del material vegetal

Las mazorcas de cacao de tipo nacional y trinitario (Figura 1) se recolectaron en zonas rurales de los cantones Naranjal (356° N $-79^{\circ}-36^{\prime}-30^{11}$ W $-2^{\circ}-40^{\prime}-52^{11}$ S) y El Triunfo (356° N $2^{\circ}19^{\prime}44^{11}$ S $79^{\circ}23^{\prime}38^{11}$ O), pertenecientes a la provincia del Guayas; y se trasladaron a las instalaciones del laboratorio de Biología Bloque U de la Universidad Estatal de Milagro.

Se seleccionaron los frutos en estado de maduración. Según Cubillos (2017), el cacao fino y de aroma es de color verde, pero, una vez que madura, su color se torna amarillo; de ahí viene la denominación “pepa de oro”, en cuanto al trinitario se torna de color rojo en estado de maduración.



FIGURA 1.

Mazorcas de cacao de tipo nacional y trinitario recolectadas para la elaboración del bioproducto.

autores

Obtención del bioproducto

Se cortaron las mazorcas y desvenaron los granos de (*T. cacao* L.), previamente seleccionadas. El proceso se realiza a mano deslizando los dedos a lo largo de la vena central de la mazorca. Al culminar queda como residuos las cáscaras y los granos con tonalidades café. Al momento de extraer la baba mucilaginosa se utilizó un filtro de tela convencional, luego se procede a depositarlo en un vaso de precipitado para determinar su volumen (550 ml), ver Figura 2, luego se dividió en tres Erlenmeyer (1=200 ml, 2= 200ml y 3=150 ml), ver Figura 2. Cada Erlenmeyer fue rotulado y se le adicionó ácido cítrico al 1(3.60 g), pesados en una balanza analítica de precisión $\pm 0,01$ g; ácido acético al 2 (60ml) y se dejó el 3 con mucílago 100%, se agitaron manualmente por 2 minutos y se colocaron en una estufa eléctrica de temperatura regulable (80°C), para un tiempo de fermentación de 8 días.



FIGURA 2

Obtención del mucílago (a: izquierda), mezclas preparadas para el proceso de fermentación (b: derecha).
autores

Determinación de la concentración y el pH de las mezclas obtenidas

Concluido el proceso de fermentación, se determinó el volumen de mezcla resultante en los 3 Erlenmeyer, luego se le adicionó agua destilada a cada uno hasta alcanzar una concentración de 80% v/v. Las 3 mezclas fueron divididas en tres envases plásticos comerciales con sistemas de aspersión, para su aplicación en cultivos de cacao.



FIGURA 3

Mezclas fermentadas previo a su distribución en sistemas de aspersión.
autores

Para la determinación del pH en los 3 concentrados obtenidos se utilizó una cinta de pH comercial VWR CHEMICALS (rango de pH: 0-14).

Aplicación del bioproducto

Las 3 mezclas obtenidas se aplicaron sobre plantas de cacao y malezas, pertenecientes a los cantones Naranjal y El Triunfo, ubicados en la provincia del Guayas. En cada caso se fijó una planta control y se marcan otras plantas del mismo entorno para aplicarles los 3 preparados de manera individual, 2 roseados diarios a intervalos de 12 horas, durante 5 días. Adicionalmente, se realiza un monitoreo fotográfico para evidenciar la evolución de las plantas durante el experimento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de la extracción de la pulpa mucilaginosa fue de 550 ml aproximadamente, el concentrado fue dividido en 3 porciones, cuya mezcla y fermentación permitió obtener 3 formulaciones con características diferentes, las cuales se muestran en la Tabla 1.

TABLA 1.
Características de las 3 mezclas obtenidas para el bioproducto formulado al 80% v/v en agua.

Características del Bioproducto			
Mezcla	1	2	3
pH	3	2-3	1-2
Componentes	Mucilago + ácido cítrico	Mucilago + ácido acético (vinagre)	Mucilago 100%
Vol. del soluto	34 ml	40 ml	36 ml
Olor	Fuerte cítrico	Fuerte predomina el aroma del vinagre	dulce
Color y textura	Café y de fácil roseado		

autores

Para la aplicación de las mezclas del bioproducto, se seleccionaron 4 plantas de una misma plantación de T. cacao, dejando 1 sin aplicación (testigo) y marcando las otras 3 (1 por cada mezcla), los resultados se muestran en la Tabla 2 y Figura 4.

TABLA 2
Resultados cualitativos del proceso de aplicación del bioproducto sobre 4 plantas de *T. cacao* seleccionadas en el Cantón El Triunfo (Guayas-Ecuador).

# del aplicación del bioproducto	Observaciones		
	Mezcla 1	Mezcla 2	Mezcla 3
Estado inicial de la plantación	Presencia de hormigas y otros insectos. Posible infección por <i>M. roreri</i> .	Presencia de hormigas y otros insectos. Posible infección por <i>M. roreri</i> .	Presencia de hormigas y otros insectos. Posible infección por <i>M. roreri</i> .
1	Ausencia de hormigas y otros insectos.	Ausencia de hormigas y otros insectos.	Sin cambio aparente.
2	Aspecto general saludable.	Aspecto general saludable.	Sin cambio aparente.
3	Aspecto general saludable.	Aspecto general saludable.	Sin cambio aparente.
4	Aspecto general saludable.	Aspecto general saludable.	Sin cambio aparente.
5	Aspecto general saludable.	Aspecto general saludable.	Poca presencia de insectos. Aspecto saludable.

autores

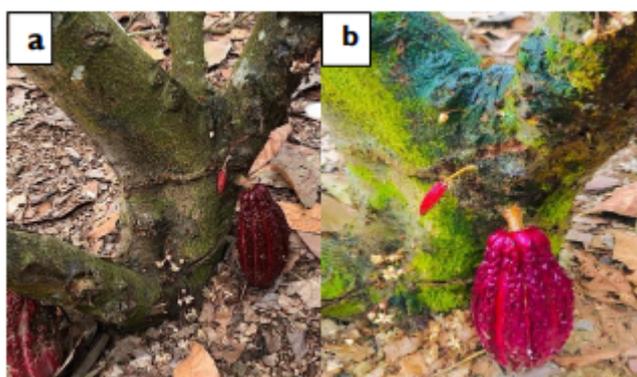


FIGURA 4.
Imágenes de la plantación de *T. cacao* durante el proceso de aplicación de las mezclas del bioproducto (a: antes de la aplicación; b: resultado al 5to día de aplicación).

autores

Para la aplicación del bioproducto en malezas, se seleccionaron 3 plantas consideradas malezas dejando 1 sin aplicación (testigo) y marcando las otras 2 (1= ácido cítrico y 2= ácido acético), los resultados se muestran en la Tabla 3 y Figura 5.

TABLA 3.

Resultados cualitativos del proceso de aplicación del bioproducto sobre 3 plantas consideradas malezas en cultivos de cacao, seleccionadas en el Cantón Naranjal (Guayas-Ecuador).

Número de aplicación del bioproducto	Observaciones	
	Mezcla 1	Mezcla 2
Estado inicial de las plantas consideradas malezas	Tonalidad verde, con aspecto saludable.	Tonalidad verde, con aspecto saludable.
1	Sin cambio aparente.	Sin cambio aparente.
2	Sin cambio aparente.	Sin cambio aparente.
3	Cambio de tonalidad a amarillo claro.	Sin cambio aparente.
4	Cambio de tonalidad a amarillo más intenso con presencia de manchas café, marchitamiento.	Cambio de tonalidad a amarillo claro.
5	Cambio de tonalidad a amarillo más intenso con presencia de manchas café, marchitamiento.	Cambio de tonalidad a amarillo más intenso con presencia de manchas café, marchitamiento.

autores



FIGURA 5.

Imágenes de las plantas consideradas malezas durante el proceso de aplicación de las 2 mezclas del bioproducto (a: antes de la aplicación; b: 4to día de aplicación).

autores

Se utilizaron los 2 tipos de cacao (nacional y trinitario) por ser más abundantes en la zona seleccionada para el muestreo y posterior aplicación del bioproducto. También debemos mencionar, que durante la obtención del mucílago se pierde una cantidad considerable de pulpa mucilaginosa, en las pepas y mazorcas,

pero estos desperdicios no se descartan ya que resultaron beneficiosos al utilizarse como abono en la misma plantación, contribuyendo con el equilibrio ecológico.

Después de obtener el mucílago se prepararon las mezclas con ácidos débiles; es importante destacar que el uso del vinagre (ácido acético) y ácido cítrico ayudan a mantener el pH ácido de las mezclas obtenidas después de la fermentación. De manera específica, debemos tener en cuenta que el mucílago de *T. cacao* contiene ácido cítrico, sin embargo, su concentración puede disminuir durante el proceso de la fermentación; por lo cual se adicionó más de este ácido en la mezcla 1, para mantener un pH bajo en el producto. De igual modo en la mezcla 2 se utilizó ácido acético en lugar de ácido cítrico, para una comparación efectiva.

Durante el proceso de fermentación de las mezclas ocurren algunas reacciones que debemos destacar: Según Vázquez, Ovando, Adriano, Betancur, & Salvador (2016), durante la primera fase de la fermentación, el metabolismo de levaduras es favorecido por la acidez del medio (contenido de ácido cítrico), la riqueza en carbohidratos fermentables y el bajo contenido de oxígeno de la masa; estos microorganismos provocan la despectinización del medio, dando lugar a la aparición de alcoholes simples (principalmente etanol). Los metabolitos antes producidos, aunados a azúcares simples (sacarosa, glucosa y fructosa) optimizan el medio para la aparición de bacterias (tolerantes al etanol) ácido lácticas (BAL o LAB) microaerófilas y ácido acéticas (BAA) aerófilas, que promueven la degradación de azúcares y la oxidación (exotérmica) de etanol hasta ácidos láctico y acético, respectivamente, además de manitol, lo que conlleva a un ligero aumento en la acidez de la pulpa.

El mucílago al fermentarse se torna de un color oscuro esto probablemente se debe al pH y a los diversos azúcares que lo componen, los cuales se oxidan por varias reacciones que ocurren durante la fermentación, en la cual la mezcla final tiene un pH ácido.

En la Tabla 1 se puede observar que el pH de las 3 mezclas es ácido. Estos valores resultan beneficiosos para las plantaciones de *T. cacao*, ya que potencia un efecto insecticida (ver Tabla 2), un posible efecto antifúngico, el cual debe ser comprobado experimentalmente en futuras investigaciones, además de conceder un efecto herbicida de las mezclas con ácidos débiles contra las malezas (ver Tabla 3).

La ausencia de hormigas y otros insectos, después de la primera aplicación de las mezclas 1 y 2, libera a las plantas de los efectos nocivos de tales insectos, los cuales afectaban el crecimiento sano de los frutos que estaban cerca del suelo, además se evidenció la presencia de plantas infectadas posiblemente por *M. roreri*, esta presunción se basa en la observación de los síntomas que presenta la enfermedad, tal como menciona Pérez Vicente (2018), el ciclo de vida y características de esta infección se presenta de forma invasiva, entre los síntomas que presenta se puede mencionar: maduración prematura, marchitez y secamiento, deformaciones; en los primeros meses se puede observar puntos verdes oscuros y a mediados del año se puede observar puntos aceitosos, islas amarillentas o una maduración parcial.

Tomando en cuenta lo antes mencionado, se observaron detenidamente las plantaciones y sus frutos, notando evidencias de síntomas de una posible infección por *M. roreri* en la zona de muestreo y ensayo. En el transcurso de los días de aplicación del bioproducto se observó una mejoría en el aspecto de las plantas de cacao seleccionadas con respecto a la que no se les realizó la aplicación, además de preservarse el efecto repelente ante las hormigas, por lo que ayudará a que el fruto que se encontraba cerca del suelo se desarrolle de mejor manera; para el control de malezas se observó un cambio significativo en la aplicación de la mezcla 1 (ac. cítrico), debido a la rápida acción que presentó en cuanto al cambio de tonalidad que tenía inicialmente la maleza. Este resultado es significativo para las mezclas que contienen ácido, lo cual sugiere que los ácidos débiles tienen efecto sinérgico con los metabolitos del mucílago fermentado, potenciando su acción biológica.

CONCLUSIONES

Se pudo desarrollar un bioproducto con pH controlado, como alternativa ecológica de utilidad, el cual demostró mejoras significativas en las condiciones de cultivos de *T. cacao* ubicados en los cantones (El Triunfo y Naranjal), pertenecientes a la provincia del Guayas.

El bioproducto sirve para controlar progresivamente los insectos que impidan el desarrollo de la planta y frutos, además de observar un mejoramiento en el aspecto de la plantación en el 4to y 5to día de aplicación, lo cual sugiere que en mayores cantidades y más aplicaciones logre controlar a *M. roleri*, mejorando así la producción. El control de *M. roleri* debe efectuarse experimentalmente en futuras investigaciones. Además, cabe destacar la acción herbicida que presentó a partir del 3er día de aplicación, contribuyendo así al mejor control de malezas que se presentan alrededor de la plantación. Los metabolitos secundarios presentes en el mucílago aportan un notable beneficio para el control de las plagas y enfermedades que presentan los cultivos de cacao, teniendo en cuenta que no se producirán efectos adversos al terreno de cultivo ya que, a diferencia de los agroquímicos sintéticos, estos están libres de sustancias perjudiciales, sin embargo, mejoran su acción biológica cuando están combinados con ácidos débiles, por lo cual las mezclas de mucílago de cacao fermentados con ácido acético o con ácido cítrico representan una alternativa ecológica significativa.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Estatal de Milagro, Facultad de Ciencias e Ingeniería, Laboratorio de Biología por facilitarnos la realización del bioantimicrobiano y a la Dra. Shailili Moreno por su apoyo en la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Badaracco, P., Sortino, M., & Pioli, R. (2020). Estudio de compuestos vegetales con potencial acción antifúngica sobre patógenos de plantas cultivadas. *Chilean Journal of agricultural & animal sciences*, 36(3), 244-252. doi:<https://dx.doi.org/10.29393/chjaas36-23ecpb30023>
- Calero, A., Pérez, Y., González, Y., Olivera, D., Peña, K., Castro, I., & Meléndrez, J. (2020). Aplicación complementaria de dos bioproductos incrementan la productividad del frijol común. *Cultivos Tropicales*, 41(3), 1-14. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362020000300007&lng=es&tlng=es.
- Cubillos, A. (2017). Estudio de los cambios físicos y químicos durante la maduración del cacao. [Tesis de titulación]. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Colombia. Obtenido de <http://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/2847/andres%20felipe%20bojaca%20tesis.pdf?sequence=10&isAllowed=y>
- Díaz, O., & Betancourt Aguilar, C. (2018). Los pesticidas; clasificación, necesidad de un manejo integrado y alternativas para reducir su consumo indebido: una revisión. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(2), 14-30. Obtenido de <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index>
- Fuentes, J., Gavilanes, E., & Valencia, O. (2019). Elaboración de un herbicida a partir de la baba de cacao. Artículo de investigación. Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Guadalupe-Alcoser, M., Salazar- Llangari, K., Rodríguez-Pino, A., & Brito-Moína, H. (2021). Evaluación del proceso de producción de ácido cítrico por fermentación con el uso de *Aspergillus niger*. *Dominio de la Ciencia*, 7(3), 1136-1158. doi:<http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i3.2045>
- Noroña, C. (2018). Determinación de la fitoxidad del mucílago de la semilla de cacao CCN-51 sobre las malezas en el cultivo de cacao. [Tesis de titulación]. Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/16757/1/T-UCE-0004-CAG-028.pdf>
- Palacios, K., Álcivar, L., Pico, C., Posligua, G., Romero, M., & Rosero, E. (2019). Diseño de un biorreactor para la obtención de ácido acético a partir del vino de mucílago de cacao. *Revista de Ciencias Agropecuarias*, 2(4), 18-28. Obtenido de <https://publicacionescd.ulead.edu.ec/index.php/allpa/article/view/4/31>

- Pérez Vicente, L. (2018). *Moniliophthora roreri* H.C. Evans et al. y *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime: impacto, síntomas, diagnóstico, epidemiología y manejo. *Revista de Protección Vegetal*, 33(1), 1-13. Obtenido de <http://200.14.50.70/index.php/RPV/article/view/945/1032>
- Pérez, W., & Forbes, G. (2018). *Manejo integrado del tizón tardío*. Lima: Hoja Divulgativa. Obtenido de <https://hortintl.cals.ncsu.edu/sites/default/files/documents/2018sept3queesunfungicida.pdf>
- Rosas, A. (2017). *Tecnologías sostenibles y regeneradoras del medio ambiente*. Casanare, Colombia: apuesta exportadora.
- Urgilés, J. (2018). *Evaluación del efecto de herbicidas químicos y orgánicos para control de malezas en el cultivo de cacao CCN-51 (Theobroma cacao L.) en la zona de Naranjal, provincia del Guayas*. [Tesis de Titulación]. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/11463/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-142.pdf>
- Vázquez, A., Ovando, I., Adriano, L., Betancur, D., & Salvador, M. (2016). Alcaloides y polifenoles del cacao, mecanismos que regulan su biosíntesis y sus implicaciones en el sabor y aroma. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 66(3), 239-254.
- Zepeda-Jazo, I. (2018). *Manejo sustentable de plagas agrícolas en México*. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 14(1), 99-108. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722018000100099&lng=es&tlng=es.