

DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD PLAGUICIDA DE LA SAPONINA DEL MOJUELO DE QUINUA

DETERMINATION OF THE PESTICIDE ACTIVITY OF SAPONIN OF THE RESIDUE OF QUINUA

Marcela Yolanda Brito Mancero¹, Victoria Alexandra Castañeda Orosco¹, Mabel Mariela Parada Rivera¹, Paúl Marcelo Manobanda Pinto²

¹Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). Escuela de Ingeniería Química. Facultad de Ciencias. Riobamba, Ecuador.

²Universidad Estatal Amazónica (UEA). Departamento de Ciencias de la Tierra

Email: vickoluu@gmail.com

Información del artículo

Tipo de artículo:
Artículo original

Recibido:
28/12/2018

Aceptado:
11/10/2019

Licencia:
CC BY-NC-SA 4.0

Revista
ESPAMCIENCIA
10(1):37-42

Resumen

Existe basta evidencia de la problemática a causa del uso de plaguicidas sintéticos producidos y comercializados a gran escala, por esta razón hay la necesidad de buscar nuevas alternativas de plaguicidas naturales que aporten a la producción agrícola, disminuyendo al máximo los impactos que pudiera causar su uso. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue recuperar el residuo del escarificado de quinua para generar un insecticida orgánico, además validar el producto con muestras de mosca de fruta (*Drosophila melanogaster*). Para la obtención de saponina que es el ingrediente en el que se basa el insecticida, el método más eficiente fue la maceración, en una solución 1:1 de agua-alcohol por 96 horas a 20 grados de temperatura. Los materiales que se necesitó para la extracción son frascos ámbar y un secador de bandejas para eliminar la humedad previo a la maceración, como reactivos principal agua y alcohol, al realizarse con la materia prima seca (mojuelo) se obtuvo mayor rendimiento de saponina. Luego se realizó dos formulaciones con diferentes concentraciones de saponina extraída, la primera formulación con 20 g de saponina y la segunda formulación con 40 g de saponina, los tratamientos fueron aplicados por atomización basándose en prueba de la DL50 con la muerte del 50% de insectos puestos a prueba, Los resultados indican que la formulación dos es el más eficiente ya que dio como resultado la muerte del 50% de insectos en un número determinado.

Palabras clave: Dosis letal media, mojuelo, plaguicida orgánico, quinua.

Abstract

There is sufficient evidence of the problem due to the use of synthetic pesticides produced and marketed on a large scale. For this reason, there is a need to look for new alternatives of natural pesticides that contribute to agricultural production minimizing the risks that their use can cause. Therefore, the objective of this work was to recover the quinoa scarified residue to generate an organic insecticide, in addition to validating the product with fruit fly samples (*Drosophila melanogaster*). To obtain saponin, the ingredient which the insecticide is based on, the most efficient method was maceration in a 1:1 solution of water-alcohol for 96 hours at 20 degrees of temperature. The materials needed for the extraction are amber bottles and a tray dryer to remove moisture prior to maceration. Water and alcohol were used as main reagents. When extracted with the dry raw material (residue), a higher saponin yield was obtained. Then two formulations with different variations of extracted saponin were done. The first formulation with 20 g of saponin and the second formulation with 40 g of saponin. The treatments were applied by atomization in test of the LD50 with the death of 50% of insects put to test. The results indicate that formulation two is the most efficient since it resulted in the death of 50% of the insects in a specific number.

Keywords: Mean lethal dose, mojuelo (residue), organic pesticide, quinoa.

INTRODUCCIÓN

La quinua es una planta herbácea que pertenece a la familia de los Chenopodiaceas (Chacchi, 2009) el nombre científico *Chenopodium quinoa Willd* y se la conoce como quinua, esta es considerada como uno de los alimentos más completos a nivel nutricional, principalmente se cultiva en la zona de los Andes, por ejemplo en Bolivia, Perú y Ecuador (Aguayo y Sánchez, 2003)

La producción de quinua ocasiona una gran cantidad de polvillo (mojuelo), que se da por el descascarado por fricción en la quinua (escarificado o pulido), desechado sin ninguna utilidad, (Ahumada *et al.*, 2016), desperdicio que podría ser aprovechado en diferentes procesos, conociendo que el mojuelo contiene cantidades de saponina (Guzmán *et al.*, 2013).

Las saponinas son metabolitos secundarios ampliamente distribuidos en las plantas superiores que se presentan en forma de glucósidos. Sus soluciones acuosas, al ser agitadas, forman una espuma estable y abundante. Este hecho dio origen al nombre genérico de las sustancias provenientes del latín *sapon* (jabón), (Díaz y Hernández, 2010).

Las saponinas pueden utilizarse como mecanismo de defensa en las plantas, porque poseen importantes propiedades biológicas de actividad antimicrobiana, nematocida, inmunológicas, así como agente plaguicida puesto que produce un sabor amargo y posee factores anti nutricionales (Núñez, 2017).

Debido a la responsabilidad social de tener una alimentación sana, la producción de quinua ha tomado relevancia en los últimos años. En la provincia de Chimborazo-Ecuador, se están desarrollando nuevos productos de quinua tanto en la industria alimentaria como en la química y cosmética, lo que ha generado gran demanda de esta materia prima: Es de señalar que estas fábricas desechan considerables volúmenes de mojuelo que contienen saponinas (Zarate, 2016)

Las saponinas de este producto desechado son la materia prima para la creación de un nuevo producto insecticida, que contribuya al control de plagas en los cultivos, sin tener que recurrir a los productos sintéticos, aportando a la generación de agricultura orgánica.

Con base en estos antecedentes se planteó como objetivo recuperar el residuo del escarificado de quinua para generar un insecticida orgánico, además validar el producto con muestras de mosca de fruta (*Drosophila melanogaster*).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en la Facultad de Ciencias en la escuela de Ingeniería.

Se utilizó la cascarilla obtenida en el escarificado o pulido de granos de quinua (Medicinal Plants, 2016) de una empresa procesadora de quinua del cantón Colta, siendo este un subproducto que no recibe ningún tratamiento, tomando en cuenta que el mojuelo contiene saponina, siendo la materia prima para la obtención del plaguicida orgánico.

Para la obtención del plaguicida orgánico se necesitó agua y alcohol al 96%, inicialmente se realiza un muestreo aplicado en la selección de la materia prima (Barazarte *et al.*, 2008)

El muestreo que se aplicó es un muestreo estadístico por cuartiles que es una medida aplicada de posición que va ser determinado en valores que dividirán un conjunto en valores iguales.

Se tomó tres pesos de un saco de 36,91 kg de mojuelo de quinua, de aproximadamente 2,11 kg en la parte inferior, media y superior del saco respectivamente, a cuál se aplicaron los cuartiles dándonos un valor de 6,35 kg de mojuelo, se optó por tomar una muestra de 0,85 kg proveniente del cuartil resultante para la extracción de saponina.

A. Caracterización físico-químico de la materia prima (mojuelo de quinua)

Para la obtención del plaguicida orgánico se realizó inicialmente la caracterización físico-química del mojuelo de quinua, sabiendo que para la materia prima (mojuelo de quinua) no existen normas específicas, por lo tanto, se tomó en cuenta Normas Técnicas Ecuatorianas y Métodos Oficiales de Análisis (AOAC), cuyos parámetros fueron densidad, pH, ceniza, humedad y determinación de contenido de saponina por el método espumoso siendo el parámetro más importante en la obtención del plaguicida orgánico.

B. Descripción del proceso

Una vez caracterizada la materia prima se procedió a la elaboración del plaguicida orgánico, se realizó en dos fases para corroborar que existe una influencia en la parte de la eliminación de la humedad del mojuelo.

Fase 1. Procedimiento con materia prima seca

Primero se recibió la materia prima (mojuelo de quinua) seguidamente se realizó un muestreo estadístico mediante la aplicación de cuartiles como se explicó anteriormente y se obtuvo una muestra representativa, luego en laboratorio donde se pesaron 850 g de mojuelo en la bandeja de secado para realizar la primera operación unitaria para la obtención de la saponina, se eliminó la humedad de la muestra en el secado de bandejas a 90°C hasta que reveló un peso constante, continuando con el procedimiento se realizan varias operaciones unitarias que son necesarias para la extracción de saponina: se realizó la operación de maceración en la que se preparó un litro de solución de relación 1:1, agua- etanol al 96% se coloca una muestra de 250 g del mojuelo seco junto al disolvente en el frasco, se cerró herméticamente en su totalidad durante 100 horas para una buena extracción a temperatura ambiente (20°C), después de la maceración se llevó a cabo la filtración al vacío en los laboratorios de investigación y química orgánica de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH, para obtener extracto etanólico libre de sólidos, se realizó el ensayo de espuma en el extracto, se adicionó 1 mL de agua destilada en el extracto disuelto de etanol, la misma que dio como resultado la presencia de saponina, se realizó la recuperación de solvente y se obtuvo el extracto, por método de extracción por destilación (Dean stark), hay que tener en cuenta la temperatura en la que empieza la ebullición del etanol, temperatura de 78°C y del agua en la sierra es de 92°C. Una vez terminada la recuperación del solvente se tomó el balón y se secó el extracto de saponina que es el producto que servirá para la formulación del plaguicida orgánico.

Fase 2. Procedimiento con materia prima húmeda

El procedimiento realizado con el mojuelo omitiendo la operación de secado se realizó para comprobar si existe una influencia importante en la parte extractiva del proceso de obtención de saponina.

El procedimiento fue el mismo para la parte de la simulación con la materia prima seca con la omisión de la operación de secado, misma que influyó de manera importante en la extracción de la saponina con la disolución etanol-agua 1:1, ya que al no eliminar el porcentaje de humedad presente existen tantos OH- en la materia prima que no hay la posibilidad de realizar los puentes de hidrogeno necesarios para la extracción de la saponina con el disolvente utilizado.

Opuesto a lo que se podía esperar, la mezcla macerada sufrió una proliferación de microorganismos no deseados y por ende el fallido intento de la extracción solidolíquido

C. Formulación del plaguicida orgánico a partir de la saponina del mojuelo de quinua

Las formulaciones realizadas en el laboratorio con la saponina obtenida en la parte experimental de esta investigación se realizaron con base en la normativa de la dosis letal media (DL50) ya que al realizar una formulación aproximada se puede tomar como referencia en proporción a lo que hay que aumentar del compuesto de interés para que cumpla con la misma (Nuñez,2017)

Primera formulación

De los 100 g de la saponina extraída en el proceso de investigación de este proyecto se tomaron 20 g de la misma como referencia en la siguiente formulación para que cumpla con la dosis letal media (DL50).

Con respecto a los demás componentes de la formulación se aprovechó la disolución alcohol-agua recuperada para la parte de homogeneización y por ende la obtención del plaguicida orgánico. Esta formulación lleva el 5,4% de saponina, 60,0% de alcohol y 34,6% de agua.

Segunda formulación

Para la segunda formulación se dobló la cantidad de saponina que se consideró para la primera formulación del plaguicida.

También se consideró el aumento de agua y por ende la baja de cantidad de alcohol en la nueva formulación, ya que en la formulación anterior se evidenciaba el olor característico del mismo. La nueva formulación en porcentaje quedó con 10,82% de saponina, 40% de alcohol y 49,18% de agua.

D. Validación del proceso de obtención del plaguicida orgánico.

El proceso se validó mediante la determinación de la dosis letal media (DL50). La prueba DL50 se aplicó en muestras de moscas de frutas *Drosophila melanogaster*. La prueba consistió en la administración del plaguicida por medio de aspersión con un atomizador a una distancia considerable, lo que conllevó a la muerte de los insectos.



Figura 1: *Drosophila melanogaster*



Figura 2: prueba con formulación N° 1



Figura 3: prueba con Formulación N° 2

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Obtención de saponina

Se realizó la experimentación a nivel de laboratorio para la obtención de la saponina contenida en los residuos (mojuelo) del tratamiento de la quinua proveniente de los cultivos de quinua en el cantón Colta de la provincia de Chimborazo.

De acuerdo a la caracterización físico-química de la materia prima (mojuelo de quinua) se obtuvo resultados óptimos para la extracción de saponina dándonos resultados que se indican en el cuadro 1.

Cuadro 1. Requisitos fisicoquímicos de la materia prima

Requisitos	Parámetros			
	Humedad	pH	Densidad 20 °C	Ceniza
Método	Interno AOAC	925,09	Interno	AOAC 923.09
Unidad	-----	%	g/mg	%
Resultado	6,57	18,88	0.0927	7.22

La extracción de saponina, que es el principio activo del plaguicida por su acción tóxica, fue la base para la obtención del producto final. Inicialmente se realizó una caracterización de la materia prima que reveló mediante análisis previos que la cantidad de humedad de mojuelo es de 12% aproximadamente siendo uno de los parámetros principales a considerar, indicado en el cuadro 1.

Además, se realizó la determinación de saponina en el mojuelo de quinua, encontrándose dentro del rango indicado según la norma INEN 1672:88 comprendidos entre 0,005% hasta 0,36%, siendo este parámetro el más importante en la producción del plaguicida orgánico, comparando con otros estudios realizados el porcentaje de saponina según Latinreco (1991), oscila entre 0,03; 0,06 y 0,005%, lo que indica que la saponina del mojuelo de quinua es óptima para el proceso de elaboración del plaguicida orgánico.

El método más eficiente fue una destilación simple donde se pudo obtener 100 g de saponina considerable para las formulaciones respectivas, además se tomó en cuenta el proceso de secado de la muestra antes de la maceración (Lozano *et al.*, 2012). Pues al realizarse las pruebas con la materia prima húmeda, la extracción sólido-líquido con etanol o una mezcla agua-etanol en proporción 1:1 (Hernández *et al.*, 2005), genera la proliferación de microorganismos y por ende la mezcla se malogra.

Validación del producto

Formulación N°1

La primera formulación con 20 g de saponina sirvió como referencia para realizar la formulación válida que fue utilizada para el producto final.

Al realizar la prueba de la dosis letal media (DL50) en la formulación N°1 (5,40% de saponina, 60 % de alcohol y 34,6% de agua elaborado en 500 mL), en los dos especímenes (cuerpo oscuro-ojos rojos y cuerpo oscuro-ojos blancos) de moscas de frutas *Drosophila melanogaster* consideradas para la validación se obtuvo resultados muy evidentes en torno a la muerte de los insectos.

La prueba realizada con la formulación N°1 indica que, de 10 insectos vivos, se murieron un promedio de 2,5, probados en dos especímenes diferentes cuerpos oscuros-ojos rojos, 2 de 10 y cuerpo oscuro-ojos blancos, 3 de 10. Esto indica que los insectos reaccionaron a la toxicidad del plaguicida formulado, este resultado revela que la acción toxicológica es del 20-30%, lo que demuestra que se debe doblar la cantidad de saponina para cumplir con la muerte del 50% de los insectos puestos a prueba.

Formulación N°2

Por otro lado, al realizar la prueba de la dosis letal en la formulación N°2 se mostraron resultados totalmente válidos con respecto a la prueba de dosis letal media.

Al realizar la segunda prueba observamos que, de 10 insectos vivos, se murieron exactamente 5 insectos de cada espécimen; lo que indica que estos reaccionaron a la toxicidad del plaguicida formulado en un 50% como señala la norma de la prueba de la dosis letal (DL50).

Al comprobarse que la segunda formulación establecida es válida con respecto a la DL50 se considera la misma en la elaboración del plaguicida natural, a partir de saponina que ha sido extraída del mojuelo resultante de la escarificación de la quinua

CONCLUSIONES

El porcentaje de humedad reveló que la muestra analizada posee 12%, valores que fueron obtenidos de la caracterización previa de la materias prima según la AOAC 925.09

Hay que tomar en cuenta que la temperatura de secado del mojuelo que es de 90°C para evitar alteraciones, también el tiempo y temperatura de maceración, pues si se deja pasar de las 96 horas de extracción (4 días), la disolución se puede sobresaturar.

La temperatura de la destilación influye en la separación de la saponina de la disolución, se demuestra su acción dado que para esta operación se necesitan 93°C como máximo, tomando en cuenta el tiempo de ebullición del agua en la región Sierra del Ecuador.

La validación del plaguicida obtenido se realizó con moscas adultas *Drosophila melanogaster*, en la que al atomizar la formulación final que (10,82% de saponina, 40% de alcohol y 49,18% de agua) murieron 5 de 10 insectos puestos a prueba, lo que indica que el producto obtenido cumple con la prueba (DL50).

LITERATURA CITADA

- Ahumada, A., Ortega, A., Chito, D., Benitez, R. 2016. Saponinas de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*): un subproducto con alto potencial biológico. Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas, 45(3): 438-441
- Aguayo, G.F., Sánchez, V. 2003. Metodología del diseño industrial. Madrid. Rama.
- Barazarte, H., Sangronis, E., Unai, E. 2008. La cáscara de cacao (*Theobroma cacao L.*): Una posible fuente comercial de pectinas. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 58(1)
- Chacchi K. 2009. Demanda de la quinua (*Chenopodium quinoa Willdenow*) (tesis maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Díaz, L., Hernandez, R. 2010. Obtención de crudos de saponinas hipocolesteromizantes del *Chenopodium quinoa willd*. Revista Cubana de Medicina Militar, 26 (1).
- Guzmán, B., Cruz, D., Alvarado, J., Mollinedo, P. 2013. Cuantificación de saponinas en muestras de Cañihua *Chenopodium pallidicaule aellen*. Revista Boliviana de Química. 30(2):131.
- Hernández, R., Lugo, E., Díaz, L., Villanueva, S. 2005. Extracción y cuantificación indirecta de las saponinas de Agave Lechuguilla Torrey. E-Gnosis. 3(11): 3-4.
- Latinreco S.A. Eds., Quito. 1991 por processing, Journal of the Science of Food and Agriculture, 54, 165.
- Lozano, M., Ticona E., Carrasco, C., Flores J., Almanza G. 2012. Cuantificación de saponina en residuos de quinua real *Chenopodium quinoa willd*. Revista bolivariana de química, 29(2):131-132.

Medicinal Plants. 2016. Saponinas - Farmacognosia. Plantas medicinales. Recuperado de <https://www.plantas-medicinal-farmacognosia.com/temas/glucosidos/saponinas/>
Nuñez V. 2017. El plaguicida orgánico de los residuos del lavado de la quinua (*Chenopodium quinoa*) y los nematodos en cultivo en papas (*Solanum tuberosum*)

en el cantón Quero (tesis maestría). Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador.
Zarate C. 2016. Extracción de quina. Cali, Colombia, Universidad Nacional de Colombia.