

Obtención de saponinas a partir de jugo de fique para la elaboración de un bioinsumo

María Camila Caguazango Martínez
Laura Juliana Guerrero Martínez
Estudiantes de Ingeniería de Procesos
Universidad Mariana

Simón Alexander Puerchambud Chasoy
Docente de Ingeniería de Procesos
Universidad Mariana

En Colombia, se obtuvo una producción de 30.000 toneladas de fique en el año 2018, distribuida en los departamentos de Cauca, Nariño, Santander, Antioquia y Boyacá, con mayor énfasis en Cauca y en Nariño, con cifras cercanas a 7.786 y 5.941 toneladas, respectivamente (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018). Federación Nacional de Cultivadores, Artesanos y Procesadores de Fique –Fenalfique– menciona que gran parte de los campesinos cultivadores de fique son propietarios de pequeñas extensiones de tierra, situadas, por lo general, en regiones con bajo potencial productivo y zona de conflicto armado; es un cultivo que genera tanto productos como servicios y aporta a la sostenibilidad de otros productos agroalimentarios que se encuentran en torno al desarrollo de este (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2016).

Actualmente, solo el 4 % del fique cuenta con un adecuado aprovechamiento; el 96 % restante corresponde a subproductos como bagazo, estopa y jugo, que son utilizados en la producción de abonos orgánicos, lombricultura, alimentos para animales, entre otros; sin embargo, gran parte de estos subproductos compuestos por metabolitos secundarios son desechados en suelos y fuentes hídricas, que, al no ser utilizados en su mayoría, pueden causar un gran impacto ambiental (Fenalfique, 2019).

Por su parte, el jugo de fique presenta altos índices de contaminación, debido a su contenido de saponinas y partículas iónicas como fósforo, potasio, calcio, magnesio y sodio, los cuales causan una desoxigenación del agua, asimismo, causan deterioro de la capa vegetativa del suelo debido a la alta causticidad de la planta (Duque, 2011). Cabe mencionar que, el extracto de fique posee propiedades antifúngicas que permiten darle un uso como subproducto, en este sentido, Imbachí-Hoyos et al. (2012) constataron el efecto insecticida del extracto del fique como controlador de plagas en cultivos de repollo.

Justificación

Para el año 2019, el cultivo de fique en Colombia representó un total de 15.769 hectáreas, con una

participación de 20,31 % del área total de cultivos y 1,46 del área sembrada en todo el territorio nacional; presentando así una balanza comercial positiva debido al aumento de la producción en 1,5 % y el rendimiento por hectárea en un 2,1 %, jugando un papel importante en la economía nacional (Granados, 2009).

En el reporte realizado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2018), se menciona que, en Nariño, entre 50.000 y 70.000 familias dependen económicamente de la producción de fibra, la cual constituye un 4 % del total del fique, generando un 96 % de residuos.

Esto no únicamente presenta inconvenientes ecológicos, sino que es un desperdicio económico del 96% de la penca, cuyos subproductos podrían ser utilizados en la producción de otros productos. Por ende, esto presenta un posible crecimiento económico no únicamente de la industria fiquera y otras sino de los fiqueros mismos. (Duque, 2011, p. 18)

El jugo de fique posee un enorme y desconocido grupo de componentes con un potencial por explorar, dentro de los cuales se destaca el uso para la elaboración de jabones, jugos de uso medicinal, fertilizantes y fungicidas (Rojas y Luque, 2012). Estudios realizados

por la Universidad Politécnica del Valle de México – UPVM– han demostrado que la utilización del jugo de fique (*Furcraea* sp) para la obtención de saponinas, alcaloides y flavonoides han sido de uso biocida en la inhibición de ciertos hongos nocivos para cultivos, la elaboración de herbicidas, detergentes insecticidas y fungicidas.

Por otra parte, Nariño está conformado por un total de 54.045 fincas y 39.797 productores que cultivan 36.159 hectáreas de café arábico, de las variedades Castillo, Colombia, Caturra, Típica, Borbón y Tabi. Estimándose en promedio una producción de 37.021 toneladas (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2018) y un tamaño promedio de plantación de café inferior a una hectárea. Silva y Trejos (2014) mencionan que el cultivo de café ha sido, durante muchos años, uno de los productos más importantes de la agricultura, debido a la demanda que existe por parte de los consumidores; es una gran fuente monetaria para el desarrollo de la región, contribuyendo al desarrollo industrial, generando empleo, y fortaleciendo la economía, siendo así un gran aporte para las familias cafeteras, por generaciones. Así mismo, el cultivo de café ofrece muchas otras ventajas: ayuda a reducir la erosión del suelo, además de ser un útil sumidero de carbono, ya que ayuda a mantener un grado de biodiversidad en los sistemas agrícolas.

Caracterización del jugo de fique

Rojas y Luque (2012) argumentan que, a partir del desarrollo del análisis fitoquímico y la detección de compuestos químicos por cromatografía, es posible identificar que los componentes mayoritarios propios de la inhibición de patógenos presentes en el jugo de fique (*Furcraea* sp.) son las saponinas, los alcaloides y los flavonoides; asegurando que el jugo de fique tiene un contenido estimado de 1.717 mg/L de saponinas no hidrolizadas, 9 alcaloides tropánicos y carencia de picos de quercetina; además, consideran que es necesario realizar un proceso de estabilización del jugo que permita detener la acción de enzimas y microorganismos causantes de la fermentación del mismo.

Por otra parte, Benavides et al. (2012) demostraron que, a partir de estudios más detallados sobre el contenido de saponinas por el método HPLC, evaluando tanto jugo fresco (*Furcraea gigantea*) como fermentado, es posible evidenciar que algunas de las principales saponinas presentes en el jugo son las hecogeninas y las ticogeninas; con valores de 101,5 ppm y 90,5 ppm, respectivamente. Además, es importante resaltar que

estos componentes son importantes en la industria farmacéutica, ya que pueden actuar como plaguicidas, insecticidas, pesticidas y fungicidas.

Por su parte, Solarte y Osorio (2014) afirman que, el comportamiento con respecto al contenido de hecogenina corresponde a los mejores tratamientos de inhibición sobre fitopatógenos. Los autores demostraron que, aunque las cantidades de hecogenina sean mínimas en el extracto seco (21 %), es suficiente para actuar como inhibidor de los procesos de crecimiento de hongos fitopatógenos, por ejemplo, la gota en la papa (*Phytophthora infestans*).

De igual forma, Ganados (2009) expone que la extracción de hecogeninas significa un aporte importante en el manejo de los procesos propios de la industrialización, ya que pertenece al grupo de saponinas correspondientes a los metabolitos secundarios de algunas plantas y se presentan en forma de glucósidos, los cuales tienen propiedades hemolíticas y tóxicas para algunos animales y otros seres de la naturaleza. Las hecogeninas están compuestas principalmente por 75,3 % de carbono, 9,83 % de hidrógeno y 14,86 % de oxígeno. Es importante destacar que en la actualidad se comercializa para ser convertidos en químicos.

Actividad biocida del jugo de fique

Santander et al. (2014) argumentan que, mediante el software ImageJ, se evaluó el área de crecimiento in vitro de cada unidad experimental de los diferentes comportamientos del patógeno *Colletotrichum gloeosporioides*, además de un análisis estadístico a partir del jugo de fique con diferentes tratamientos, evaluando así concentraciones mediante análisis de varianza (ANOVA), de lo cual se obtiene concentraciones mayores a 100.000 µg ml⁻¹, además, al emplear 8 días de fermentación, el área de crecimiento del patógeno disminuye. Esto se debe a la gran proporción de metabolitos secundarios presentes en el extracto de fique como alcaloides, flavonoides, saponinas y triterpenos, en consecuencia, demostraron tener una grande actividad biocida.

Álvarez et al. (2013) demostraron la efectividad biocida del jugo de fique, a partir de su aplicación sobre el tizón tardío (*Phytophthora infestans*) de la papa, por medio de la determinación de concentraciones a partir de un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial, mediante ensayos a nivel in vitro, se analizó la concentración del jugo de fique en términos de factores y se realizaron once tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables de incidencia y severidad de la enfermedad



se determinaron tomando diez plantas al azar por unidad experimental; se concluyó que las mejores condiciones de inhibición se producen en las aplicaciones más altas del bioinsumo 40 L. ha⁻¹, con una temperatura igual a 33° y se señala los alcaloides y saponinas dentro de los metabolitos secundarios reportados como compuestos con propiedades fungicidas de interés.

De igual manera, Martínez y Parra (2011) manifiestan que la efectividad del jugo de fique frente al control de la gota en el cultivo de papa, en el cual se evaluó de manera experimental la concentración mínima inhibitoria del jugo de fique, en cuanto a contenido de saponinas, concluyendo que las condiciones óptimas de inhibición del crecimiento micelial de *P. infestans* se presentaron a 15.000 mg*L⁻¹, incorporando condiciones de temperatura y agitación a 30° y 100 rpm, respectivamente. Lo anterior expresa de manera fundamental que las saponinas son los componentes activos para el control de plagas, dichos compuestos son considerados como parte del sistema de defensa de las plantas contra patógenos y herbívoros, especialmente por su sabor amargo.

Saponinas y su actividad biocida

“Las saponinas son un tipo de metabolito secundario ampliamente estudiado por sus reconocidas propiedades biológicas. Gran parte de las investigaciones en fitoquímica están dirigidas a encontrar nuevas fuentes naturales de saponinas con aplicación medicinal” (Ahumada et al., 2016, p. 438). De igual forma, Anaya y Mamani (2017) plantean que, a partir de un estudio fitoquímico del extracto de semillas de quinua, fue posible evidenciar metabolitos secundarios las saponinas y los triterpenos, siendo este uno de los principales efectos tóxicos que se encuentra en las capas externas de las semillas, con un porcentaje alrededor del 2-5 %, capaz de convertirse en saponinas en forma de glucósidos triterpenoides de tipo oleanano o saponinas. Lo anterior toma más relevancia cuando es evaluado con la mortalidad de larvas de *Phthorimaea operculella*, en tres concentraciones de saponinas de *Chenopodium quinoa* Willd, en donde se generó un 27 % de mortalidad a una concentración de 155,4 µg, 36 % a 388,5 µg y un 30 % a 136,9 µg, además de una concentración letal media (CL) de las 50 saponinas de *Chenopodium quinoa* Willd frente a larvas de *Phthorimaea operculella* donde fue 13.583,4 µg de saponina.

Del mismo modo, Zarate (2016) argumenta que, en la agricultura orgánica, “el uso de saponina contra fitopestes posee potencialidades comparativas y

competitivas en relación con otros extractos vegetales con propiedades biocidas” (p. 32). De igual forma, se demostró, con el método de extracción sólido-líquido, la eficiencia de extracción de saponina con una eficiencia del 22,2 % de saponina y una velocidad óptima de extracción de 40 minutos.

Conclusiones

Al generar una alternativa para el uso del jugo de fique, aprovechando su contenido de saponinas, un componente con capacidad biosida, dicha alternativa generaría cambios positivos al ambiente, ya que se estaría haciendo uso de este vertimiento líquido, evitando que contamine tanto el suelo como las fuentes hídricas, además de generar un posible crecimiento económico de la industria fiquera.

Actualmente, la preocupación por el ambiente y la seguridad alimentaria ha motivado el interés por el descubrimiento y la utilización de agentes naturales en la protección de cultivos, enfocando numerosas investigaciones a caracterizar extractos de plantas y sus compuestos secundarios.

Los fungicidas convencionales se conforman por compuestos nocivos para los seres vivos, ya que perjudican tanto los pulmones como los ojos y la piel, además, cuando se aplican suelen filtrarse mediante el suelo o el aire y contaminan el medioambiente.

Referencias

- Ahumada, A., Ortega, A., Chito, D. y Benítez, R. (2016). Saponinas de quinua (*Chenopodium quinoa* Eilld.): un subproducto con alto potencial biológico. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 45(3), 438-469. <http://dx.doi.org/10.15446/rcciquifa.v45n3.62043>
- Álvarez, D., Hurtado, A., Salazar, C., Arango, O. y Acosta, J. (2013). Evaluación del bioinsumo de fique (*furcraea gigantea*) en el control del tizón tardío de la papa. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(2), 29-36. <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11n2/v11n2a04.pdf>
- Anaya, R. y Mamani, R. (2017). Efecto biocida de saponinas de *Chenopodium quinoa* Willd sobre larvas de *Phthorimaea operculella*. Ayacucho. *Revista de Investigación UNSCH*, 25(1), 63-67.

- Benavides, O., Arango, O., Hurtado, A. y Rojas, M. (2012). Cuantificación de Sapogeninas del Jugo Fresco y Fermentado de Fique (*Furcraea gigantea*) mediante Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC-PDA). *Información Tecnológica*, 23(3), 67-76. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642012000300009>
- Duque, D. (2011). *Proyecto Phyto. Sistema para optimización de los subproductos del fique* [Tesis de pregrado, Universidad ICESI]. Repositorio Institucional. https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/handle/10906/78814
- Federación Nacional de Cultivadores, Artesanos y Procesadores del Fique (Fenalfique). (2019). Cartilla técnica del cultivo de fique. <https://fenalfique.com/wp-content/uploads/2019/06/cartilla-fique-2019.pdf>
- Ganados, L. (2009). *Caracterización de la cadena de valor para la extracción de hecogenina a partir de jugo de fique en el departamento de Boyacá* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio Institucional Pontificia Universidad Javeriana. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/7321?show=full>
- Imbachí-Hoyos, J., Morales-Velasco, S. y Albán-López, N. (2012). Utilización del subproducto de fique: Licos verde, como controlador de plagas en el cultivo de repollo (*Brassica oleracea*). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(1), 109-115. <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v10n1/v10n1a13.pdf>
- Martínez, F. y Parra, Z. (2011). *Evaluación in vitro del efecto del jugo de fique (furcraea gigantea Vent.) Fermentado con Bacillus megaterium M46 contra Phytophthora infestans (mont.) De Bary* [Tesis de pregrado, Universidad de Nariño]. SIREN. <http://sired.udenar.edu.co/3999/>
- Minagricultura. (2016). Diagnóstico de la cadena del fique y su agroindustria. <https://www.minagricultura.gov.co/paginas/default.aspx>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2018). Cadena del fique y su agroindustria. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Fique/Documentos/2018-11-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- Rojas, M. y Luque, E. (2012). Biofungicida a partir del jugo de fique (*Furcraea* spp.) y evaluación de su efectividad sobre la gota (*Phytophthora infestans*) en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*). *Revista Educación en Ingeniería*, 7(13), 13-22.
- Santander, M., Cerón, L. y Hurtado, A. (2014), Acción biocida del jugo de fique (*Furcraea gigantea* Vent.) sobre *Colletotrichum gloeosporioides* aislado de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.). *Agro Sur*, 42(2), 13-17. <http://sired.udenar.edu.co/4442/1/arto2-Santander-anhur.pdf>
- Silva, A. y Trejos, C. (2014). Prospectiva del café en Nariño: Sabor y aroma de una tradición. En C. Mera (Ed.), *Retos y desafíos para la construcción social de territorios de futuro* (pp. 325-348). Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Solarte, R. y Osorio, O. (2014). Evaluación de la Concentración del Jugo de Fique (*Furcraea* spp) para el Control In Vitro de *Phytophthora infestans* en Plantas de Papa (*Solanum tuberosum* L). *Información Tecnológica*, 25(5), 47-54. <https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v25n5/arto8.pdf>
- Zarate, S. (2016). *Evaluación del método de extracción sólido-líquido de la saponina de 5 cultivares de quinua (Chenopodium quinoa Willd), su encapsulamiento y utilización en la alimentación* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano Puno]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2432>

