

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO- QUÍMICAS Y TÉCNICAS DE LOS DETERGENTES ECOLÓGICOS DERIVADOS DE LA SAPONINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.) Y LA SAPONINA DEL JABONCILLO (*Sapindus saponaria* L.)

Autores: Erika Stefania Cortes Cortes¹ – cortes.erika85@gmail.com
Luz Geraldin Jiménez Dueñas² – geraldin.jimenezd@gmail.com

Docente asesor: Carlos Díaz Rodríguez

Semillero de Investigación: Ambiente Ético y Estratégico

PALABRAS CLAVES

Detergente, ecológico, saponina, biodegradable, quinua, jaboncillo.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los detergentes derivados de compuestos químicos son controlados por normas nacionales e internacionales en cuanto a los impactos ambientales negativos que estos pueden generar, aun así, su uso intensivo provoca graves problemas de contaminación hídrica; Galindo & Garcés (2010), mencionan que dichos compuestos son nocivos por su contenido de trifosfato de sodio o también llamado fosfato, que al ser descargado en las aguas naturales ha dado lugar a problemas como la eutrofización que ocasiona la interrupción de cre-

cimiento de algunos seres vivos acuáticos susceptibles.

Para dar solución a la problemática, en los países de la comunidad Andina de América del sur entre ellos Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia se han estudiado detergentes alternativos, como los detergentes ecológicos de origen vegetal. Dos de las alternativas que se han estudiado son los detergentes provenientes de la saponina de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) y de la saponina de Jaboncillo (*Sapindus saponaria* L.), cada alternativa demostrando grandes resultados de eficiencia en el lavado. Es por ello que en el pre-

¹Administración Ambiental

²Administración Ambiental

sente artículo se desarrolla un análisis comparativo que relaciona, las características físico-químicas y técnicas construido por: las características de cada producto vegetal, producción, biodegradabilidad, cantidad de saponina presente, facilidad de obtención y procedimientos de uso en el lavado de prendas de vestir, con el objetivo de dar un diagnóstico de las dos alternativas para el uso como detergentes.

REFLEXIÓN

Características

Según Ahumada, Ortega, Chito, & Benítez (2016), la quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) es una planta que ha alcanzado un valioso reconocimiento por ser una fuente de alimento altamente nutritivo, así como una especie rica en saponinas triterpénicas (formada por tres cadenas de azúcares) “*propiedad que permite su uso como un detergente natural, agente estabilizante y emulsificador en productos de limpieza y cosméticos*” (Ahumada, Ortega, Chito, & Benítez, 2016, p 443). Es de resaltar que el mayor porcentaje de saponinas se encuentra en la cáscara interna de las semillas.

El jaboncillo (*Sapindus saponaria*) según el Instituto Alexander Von Humboldt de Barranquilla (2008), es un árbol que puede alcanzar hasta los 20 metros de altura. Cuenta con unos frutos que contienen dentro unas semillas la cuales se utilizan para la obtención de saponina. Según un estudio de silvicultura, hecho por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá (2008), “*es una especie nativa distribuida en Colombia que crece desde el bosque húmedo tropical hasta el bosque seco tropical, incluyendo las transiciones de estas zonas de vida*”.

Cantidad de Saponina presente en cada materia vegetal.

“*Las saponinas son el principal factor anti-nutricional de las semillas de quinua. Están contenidas en la cáscara y son las responsables del sabor amargo. Sin embargo, su presencia no se restringe a las semillas, también se han detectado en las hojas de la planta (9 g/1000 g)*” (Mastebroek, Limburg, Gilles, & Marvin, 2000), y en menos proporción en las flores y frutos. En estos casos, las

saponinas actúan como barreras protectoras contra el ataque de patógenos y herbívoros.

De acuerdo a una investigación desarrollada por Subieta, Quiroga, Escalera, & Arteaga (2011), sobre la recuperación de residuos sólidos con alta concentración de saponinas, se encontró que mediante un proceso automatizado, alternativo, óptimo e innovador, se toman los ecotipos de Quinoa Real Blanca, Amarilla y Rosada, y se obtienen concentraciones de saponinas de 4,88 %, 5,75 % y 6,18 % respectivamente, teniendo en cuenta un procedimiento de extracción muy eficiente con respecto al tradicional de escarificado.

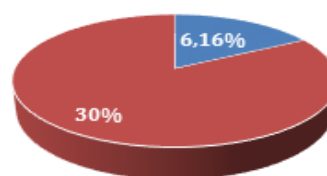
Según el Instituto Alexander Von Humboldt de Barranquilla (2008), la extracción de las saponinas en el Jaboncillo (*Sapindus saponaria*), se obtienen de sus frutos que contienen en su interior una semilla negra redonda recubierta por una sustancia viscosa, pegajosa de color amarillento, que al frotarlo con el agua produce cantidad de espuma, ocasionada por el alto contenido de saponina; se estima que la cantidad

aproximada contenida de saponinas es del 30%.

Respecto a la información anterior al comparar la variedad de quinoa rosada (*Chenopodium quinoa Willd*) con el jaboncillo (*Sapindus saponaria*), se observa que el mayor porcentaje de saponinas entre los dos compuestos vegetales lo posee el Jaboncillo (*Sapindus saponaria*) como se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Porcentaje De Saponinas.

Porcentaje de saponinas



- Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*)
- Jaboncillo (*Sapindus saponaria*)

Fuente: Adaptado de Instituto Alexander Von Humboldt, 2008 & Subieta, Quiroga, Escalera, & Arteaga, 2011.

Biodegradabilidad

Para comprobar la biodegradabilidad de la saponina de quinoa en Oruro Bolivia se realizó una tesis por Del Barco Gamarra

(2016), en donde se obtuvo una demanda Biológica de Oxígeno (DBO) promedio de 2762,75 mg/l O₂, tomada de cuatro ríos efluentes cargados con saponina correspondientes a algunas plantas beneficiadoras de quinua en la ciudad de Oruro, y que comparada con el máximo admisible de 500mg/l O₂ en la norma para aguas residuales en ese país, es un valor bastante alto que la sobrepasa.

En el caso del Jaboncillo (*Sapindus saponaria*), según la prueba que hizo el Instituto Alexander Von Humboldt de Barranquilla (2008), para determinar su biodegradabilidad, se realizó un análisis de Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), el cual arrojó los siguientes resultados: se obtuvo una DBO de 140 mg/l O₂, representativamente alta en comparación a otros detergentes, debido a la gran cantidad de materia orgánica que presenta el agua residual del lavado con jaboncillo (*Sapindus saponaria*), y fácilmente se biodegrada por los microorganismos presentes en las fuentes de agua.

Como se pudo apreciar en dichos estudios realizados de DBO, al comparar los resultados la

quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), obtuvo una DBO de 2762,75 mg/l O₂ y el jaboncillo (*Sapindus saponaria*), de 140 mg/l O₂, de esta manera se determinó con ello, que la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), posee mayor biodegradabilidad que el jaboncillo (*Sapindus saponaria*).

Proceso de Producción

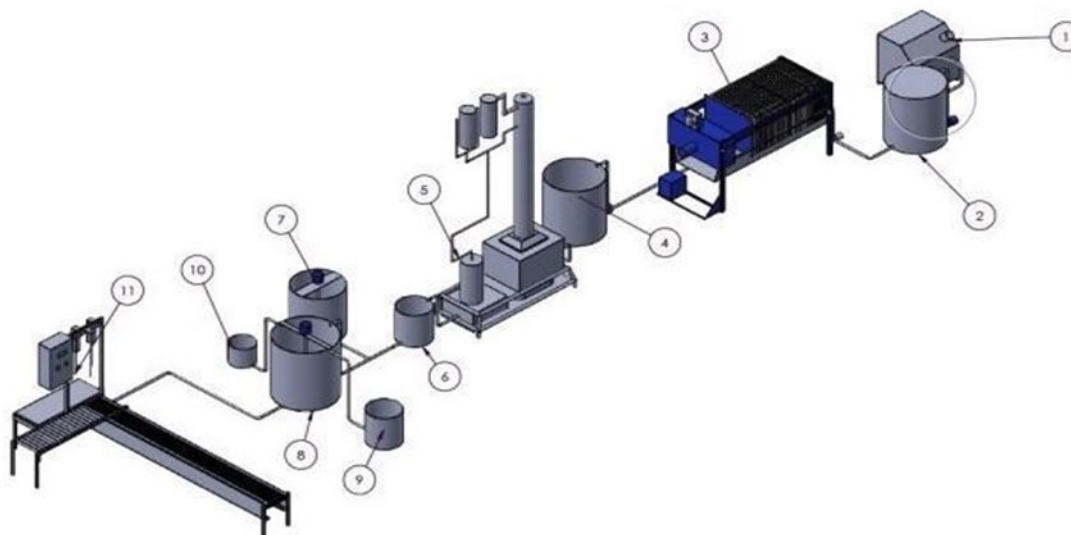
Para obtener el componente activo de saponina de la quinua se debe realizar un proceso de extracción que a manera experimental en laboratorio de acuerdo a Zárate (2016), el procedimiento inicia con la escarificación, en donde se elimina la cáscara, quedando la quinua perlada y el afrecho polvillo. Una vez obtenido el afrecho en polvillo se procede a hacer una mezcla con etanol, para luego proceder al agitado en donde la muestra se agita a diferentes tiempos 20, 30, 40, 60, y 80 minutos respectivamente para hallar la eficiencia de cada clase afrecho de quinua, enseguida se efectúa la fase de filtrado para separar las impurezas. El líquido obtenido del primer filtrado se pasa a centrifugar en un tiempo

po de 15 min y 3500 rpm, para así pasar al rotavapor en donde se le deja secar en una temperatura de 67 ° C aproximadamente a 250 rpm. Para continuar se recomienda pasar a la estufa el sólido por un breve tiempo para que no quede meloso al momento de pulverizar.

De acuerdo a Calderón, Villacrés, Cauja, & Arcos Guamán, (2019), en el proceso industrial como propuesta, es viable usar equipos y maquinaria a gran escala y con mayor complejidad, tomando como referencia la prueba de laboratorio anteriormente descrita.

En la figura 2. Se observa el diseño de una

Figura 2. Diagrama de los equipos utilizados en el proceso de extracción de saponina.



1	Extrusor de rodillos	5	Destilador	9	Tanque contenedor de Texapon
2	Tanque para el zumo	6	Tanque contenedor de saponina	10	Tanque contenedor de ácido sulfónico
3	Filtro prensa	7	Tanque agitador de aditivos	11	Envasadora
4	Tanque de almacenamiento	8	Agitador del detergente		

Fuente: Calderón, Villacrés, Cauja, & Arcos Guamán, (2019)

En contraste, según el Instituto Alexander Von Humboldt de Barranquilla (2008), el detergente derivado del Jaboncillo (*Sapindus saponaria*), no tiene proceso de producción ya que es

un producto que se obtiene directamente de las semillas del árbol, sin necesidad de tener un tratamiento previo; su uso es directo y solo basta con el contacto en el agua para

obtener la saponina que será utilizada como detergente al lavar la ropa.

Facilidad de obtención de la materia prima vegetal

“*La quinua se cultiva en zonas áridas y semi-áridas de los Andes. Tiene una gran adaptabilidad, tanto en latitud como en altitud*” (Meyhuay, 1997). Conforme a Montoya Restrepo, Martínez Vianchá, & Peralta Ballesteros (2005), tiene la capacidad de adaptarse a diversas condiciones climáticas, presenta alta resistencia a factores abióticos y diversidad genética; la quinua producida de manera orgánica es muy apetecida en los mercados internacionales. En la actualidad se cultiva principalmente en Bolivia, Perú y en algunas zonas de Colombia, Ecuador, Chile y Argentina.

Para la obtención del Jaboncillo (*Sapindus saponaria*), esta se limita a ciertas áreas geográficas, según un estudio de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá (2008), la especie solo crece entre 0 a 1800 msnm y “*se distribuye desde el sur de Estados Unidos, Centroamérica, Venezuela, Ecuador,*

Perú, Colombia y Brasil.” (Instituto Alexander Von Humboldt, 2008)

Además, en un estudio realizado por la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá (2008), dice que se desconocen sus requerimientos silviculturales para que se puedan establecer plantaciones y se ignora el comportamiento productivo del fruto. Por lo tanto, estos vacíos de información impiden el óptimo aprovechamiento de esta especie promisoría.

CONCLUSIONES

Al comparar las distintas variables de estudio entre los dos materiales vegetales, se concluye que en el caso del contenido de saponina, el jaboncillo (*Sapindus saponaria*), posee un alto porcentaje frente a la quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*), lo que evidencia su mayor rendimiento como detergente.

En el caso de la biodegradabilidad la quinua es más eficiente por sus niveles de DBO y de esta manera más efectiva al disminuir las

cargas orgánicas presentes en aguas residuales en el proceso de lavado.

Es válido resaltar que el proceso de producción del jaboncillo (*Sapindus saponaria*) es casi nulo por la sencillez en la extracción del componente activo, lo que le da una ventaja frente a la quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*).

Con el análisis de las variables de: porcentaje de saponinas, biodegradabilidad, proceso de producción y facilidad de obtención de la materia prima vegetal, se determinó que ambas alternativas de detergentes ecológicos son eficientes porque muestran resultados favorables en la evaluación, no obstante, ninguna de las dos especies tiene un rendimiento máximo en el total de las variables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahumada, A., Ortega, A., Chito, D., & Benítez, R. (25 de noviembre de 2016). scielo.org.co. Recuperado el 2019, de <http://www.scielo.org.co/pdf/rccqf/v45n3/v45n3a06.pdf>

Del Barco Gamarra, M. T. (2016). colef.mx. Obtenido de <https://www.colef.mx/posgrado/wp-content/uploads/2016/12/TESIS-Del-Barco-Gamarra-Mar%C3%ADa-Teresa.pdf>

Buitrago, H., Herrera, S., (septiembre de 2008), Estudio silvicultural de la especie *sapindus saponaria* l. (jaboncillo) como base para su aprovechamiento silvoindustrial, Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v11n1/v11n1a05.pdf>

Calderón, C. T., Villacrés, M. A., Cauja, L., & Arcos Guamán, T. (enero de 2019). cea.esepoch.edu.ec. Obtenido de <http://cea.esepoch.edu.ec:8080/revista.perfiles/Articulos/Perfiles21Art5.pdf>

COMPOSTERA. (13 de 05 de 2011). compostera.cl. Recuperado el Marzo de 2019, de <https://compostera.cl/products/sapoina-de-quinua>

Gómez-Caravaca, G. Iafelice, V. Verardo, E. Marconi, M.F. Caboni, Influence of pearling process on phenolic and saponin content in quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*), Food

- Chemistry, 157, 174 (2014). Subieta Chinchilla, C., Quiroga Ledezma, C., Escalera Vásquez, R., & Arteaga Weill, L. (2011). upb.edu. Obtenido de <http://www.upb.edu/revista-investigacion-desarrollo/index.php/id/article/download/55/161>
- K. A. Cogollo Alvarado, V. F. Barraza Polo, C. M. Gary, “Bondades del fruto del jaboncillo (*Sapindus saponaria*) como un detergente biodegradable”, Instituto Alexander Von Humboldt, Barranquilla, Colombia, 2008.
- T. Kuljanabhagavad, M. Wink, Biological activities and chemistry of saponins from *Chenopodium quinoa* Willd, *Phytochemistry Reviews*, 8, 473 (2009).
- Kuljanabhagavad, P. Thongphasuk, W. Chamulitrat, M. Wink, Triterpene saponins from *Chenopodium quinoa* Willd, *Phytochemistry*, 69, 1919 (2008).
- Warren L, McCabe, Smith, Julian C y Harrion, Peter. Operaciones Unitarias en Ingeniería Química. España: McGraw-Hill; 1991. p. 242; p. 890.
- La review, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 8093 (2005).
- Zarate, S. E. (2016). Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe>. Recuperado el 2018, de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2432/Zarate_Sullca_Suzan_Erika.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Meyhuay, M. (1997). fao.org. Recuperado el 2019, de <http://www.fao.org/3/ar364s/ar364s.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 1995. Colombia: Informe nacional para la conferencia técnica internacional de la fao sobre los recursos filogenéticos. Bogotá. Pg. 87.