

**ESTUDIO DE LA SAPONARIA OFFICINALIS PARA LA PRODUCCIÓN DE UN DETERGENTE
BIODEGRADABLE**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Área de conocimiento: Ciencias Exactas

Nombre del estudiante: MARIA FERNANDA COLUNGA GÓMEZ

Fecha 04 de Septiembre del 2015

INDICE

| | |
|----------------------------------|----|
| RESUMEN..... | 3 |
| ANTECEDENTES | 4 |
| DEFINICIÓN DEL PROBLEMA..... | 5 |
| JUSTIFICACIÓN | 6 |
| OBJETIVOS | 6 |
| HIPÓTESIS | 7 |
| MARCO TEÓRICO..... | 7 |
| MÉTODOS | 9 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 11 |
| CONCLUSIONES..... | 13 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 14 |

RESUMEN

La problemática en la que se enfoca este proyecto es en la reducción de la contaminación de aguas con agentes surfactantes debido a que en la actualidad la contaminación de esta ha presentado un alto índice de crecimiento, se pretende considerar esta problemática debido a que recuperar el principal recurso natural de los seres humanos es algo de suma importancia, tratando de evitar así que llegue a agotarse, disminuyendo el uso de químicos se facilita el tratado del agua.

Llevando a cabo el estudio de la planta *Saponaria Officinalis* y extrayendo la saponina que contiene, para que de este modo se realice la producción de un surfactante con características biodegradables, de este modo, cuando se encuentre en contacto con el agua no causará gran impacto ambiental y se facilitara su proceso de purificación.

Esperando que las características que nos presente este surfactante sean las adecuadas y cumplan con los límites permisibles para implementarlas en la industria, la extracción de la Saponina se pretende obtener en una cantidad considerable para así también reducir costos en el proceso y en inversiones de materias primas. Teniendo como antecedentes que se han producido jabones y detergentes a través de la extracción de aceites de plantas y grasas animales, pero nunca se ha llevado a cabo con la *Saponaria Officinalis*, al realizar este proyecto se pretende obtener mejores resultados de los que han brindado los ya realizados con otras materias primas y facilitar la producción del surfactante realizando procesos no tan complicados como son : Espectrofotometría IR, prueba de espuma, extracción caliente o frio y extracción grasa, aunque aún no se conoce cuál de estos brindara una mayor eficacia en la extracción de la Saponina.

Con los estudios realizados se puede tener una pequeña conclusión que se basa en que la producción del detergente será algo fácil ya que la materia prima que se tiene cuenta con características que facilitaran el proceso, lo difícil será que el producto cumpla con las expectativas de los productos ya comerciales y que de igual manera se encuentre dentro de los límites permisibles que se manejan en cada una de las Industrias emisoras de este.

ANTECEDENTES

La búsqueda en la naturaleza de elementos que permitan facilitar nuestra vida cotidiana siempre ha estado presente desde tiempos inmemoriales. Es por ello que desde la antigüedad se utiliza un árbol cuya corteza posee una asombrosa capacidad para producir espuma, cualidad asociada principalmente a sus saponinas, una gran familia de moléculas ampliamente distribuidas en la naturaleza. Las saponinas son compuestos naturales de peso molecular superior a 500 Da alcanzando a veces valores superiores a 2000 (San Martín y Magunacelaya, 2005), ampliamente conocidas gracias a sus propiedades surfactantes (Soeder et al., 1996; Van Setten et al., 1998; Hristov et al., 2007). Su estructura básica consiste en agliconas no polares, esteroidales o triterpénicas, unidas a una o más cadenas azucaradas que les otorgan características anfifílicas responsables de sus propiedades tensoactivas (Mitra y Dungan, 2001). Entre las propiedades y usos más importantes de las saponinas destacan aquellas relacionadas con la emulsificación y la producción de espuma (Güçlü-Ustündağ y Mazza, 2007); la capacidad para provocar hemólisis (Oda et al., 2000; Sparg et al., 2004); y como antimicrobianos e insecticidas (Sparg et al., 2004). Se han reportado más de 40 propiedades biológicas distintas atribuibles a saponinas (Güçlü-Ustündağ y Mazza, 2007).

La Saponaria es una de las plantas más ricas en saponinas, por lo que ha sido aprovechada para lavar la ropa y quitar la grasa y suciedad de la lana. Por eso, en algunos lugares se le conoció también como lanaria. Antes de que el hombre creara la gran industria del jabón se usaban jabones naturales llamados saponinas (nombre derivado del latín sapo, jabón) y conocidos por los mexicanos como amole. Muchas raíces y follaje de plantas tienen la propiedad de hacer espuma con el agua, por lo que se han utilizado desde la Antigüedad para lavar ropa. Los pueblos prehispánicos del centro de México llamaban amole a estas plantas y de aquí producían sus jabones.

Aún en la actualidad en muchas comunidades rurales se emplea el amole tanto para lavar ropa fina, como para evitar que se deteriore, ya que es un detergente neutro perfectamente degradable.

Con base en esta información que es conocida desde hace muchos años se han realizado investigaciones previas, teniendo como materia prima a diversas plantas que contienen propiedades similares a la ya antes citada, manteniendo como objetivo uno similar al que nosotros pretendemos realizar; las investigaciones han sido varias y se han realizado en algunas partes del país, estas solamente han sido

llevadas a cabo en el ámbito experimental (extracciones, cromatografías, pruebas de espuma entre otras).

Hasta el momento ninguno de estos trabajos ha sido llevado al área de producción de un surfactante.

Las investigaciones que realizamos en diferentes artículos, revistas y algunos libros nos lleva a realizar este proyecto, basándonos en los métodos experimentales y realizando algunas modificaciones a estos, haciendo más extenso este proceso ya que aquí se pretende producir un surfactante con características biodegradables.

En algunos de los artículos se han citado métodos similares para así poder llevar acabo la extracción teniendo como diferencia el tipo de solvente que se va a ocupar para realizar la extracción de las saponinas, ya que esto dependerá de la eficiencia que puede tener cada uno, para así poder llevar acabo la extracción en un tiempo óptimo y que el reactivo no tenga un costo elevado.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En el Estado de México, específicamente nuestro entorno está conformado por áreas industriales, las cuales en sus procesos ocupan grandes cantidades de agua. En el Plan de Desarrollo del Estado de México (capítulo 7) indica que el 21% de las aguas caudales son favorables para poder ser tratadas y recuperadas. Lo que lleva a tomar la decisión de generar procesos y/o productos que faciliten la recuperación de las aguas de proceso. Es así como este proyecto busca crear un tenso activo biodegradable con la finalidad de aumentar el porcentaje de capacidad de recuperación del agua industrial.

Para poder identificar el problema debemos saber primero lo que es un surfactante. Un surfactante es un producto químico que tienen la función de romper la tensión superficial del agua.

Este producto químico nos ocasiona algunas problemáticas que a continuación se mencionaran:

1. Los tensoactivos son sustancias toxicas.
2. Son sustancias orgánicas por lo que al degradarse en el medio consumen oxígeno, pudiendo causar anoxia.
3. Además de los tensoactivos, los detergentes tienen otros componentes que pueden provocar eutrofización
4. Contaminación de las aguas subterráneas (no es muy frecuente, ni demasiado importante), los tensoactivos suelen absorberse en los sólidos y quedan retenidos en el suelo.

Pero al conocer el daño que producen estos surfactantes al medio ambiente existen los surfactantes biodegradables que como su nombre los indica son más amigables con el medio ambiente y tienen las siguientes ventajas:

- a) Estos surfactantes se descomponen de manera natural y rápidamente en 6 meses por la acción de microorganismos.
- b) Las aguas desechadas se pueden ocupar para regar el jardín o plantas.
- c) No presentan problemas cuando entran en el proceso de tratamiento de agua.
- d) Producción de muy poca espuma.

Por lo que en este proyecto se creara la producción de surfactantes biodegradables para que sean amigable con el medio ambiente y se pueda contribuir al cuidado del planeta.

JUSTIFICACIÓN

Comparar los surfactantes empleados actualmente en la industria, analizarlos y compararlos con el secretado de la planta *Saponaria officinalis*, para identificar el principio activo que emplea esta planta y utilizarlo como precursor de un surfactante biodegradable con los mismos beneficios que los comerciales manejados actualmente. Para llevar a cabo este proyecto se escogió como materia prima la planta *Saponaria officinalis* debido a que ésta, contiene propiedades que funcionan como surfactantes. Por esta razón nos enfocamos en esta planta como materia de estudio para que a través de ella obtengamos un surfactante biodegradable.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Extraer los agentes surfactantes de la planta *Saponaria Officinalis* para fabricar un surfactante biodegradable

OBJETIVOS PARTICULARES

- Identificar en la planta *Saponaria Officinalis* los agentes activos que actúan como surfactantes.
- Extraer agentes surfactantes de la planta y estabilizarlos.
- Producir el surfactante a partir de los agentes surfactantes estabilizados

HIPÓTESIS

El agente presente en la planta *Saponaria officinalis* podrá ser utilizado para producir un surfactante biodegradable.

El surfactante biodegradable cumplirá con las mismas características y su eficiencia será mayor que los que se encuentran en el mercado.

MARCO TEÓRICO

La limitación de los jabones como agentes de limpieza, ha dado impulso a la industria de detergentes o jabones tenso activos. Actualmente se fabrican numerosos tensoactivos sintéticos y de origen natural que son utilizados en la industria cosmética.

Aunque estos compuestos varían considerablemente en su estructura química, las moléculas de todos ellos se caracterizan por tener una cadena hidrocarbonada no polar, soluble en grasas, y un extremo polar, soluble en agua. Es decir, son anfifílicos.

Estructuralmente los detergentes son de dos tipos:

- Sales sódicas de los sulfatos de alquilo, derivados de los alcoholes de cadena larga.
- Sales sódicas de los ácidos alquilbenceno sulfónicos de cadena lineal, los sulfonatos de alquilbenceno lineal o "LAS" (Linear Alkylbenzene Sulfonates).

Según la carga de la molécula se pueden clasificar en:

- Tensoactivos aniónicos: Contienen carga negativa en solución acuosa.
- Tensoactivos catiónicos: Contienen carga positiva en solución acuosa.
- Tensoactivos no iónicos: No se disocian en el agua, por lo que carecen de carga y apenas alteran la función barrera cutánea.
- Tensoactivos anfóteros: Dependiendo del pH se comportan como aniónicos o catiónicos. Tienen capacidad para formar un ion tensoactivo con cargas tanto negativas como positivas, según el pH. En pH ácido se comportan como catiónicos. En pH básico, como aniónicos.

Los detergentes actúan en la misma forma que los jabones, pero tienen ciertas ventajas sobre estos; son eficientes en aguas duras, porque los alquilsulfatos y los alquilsulfonatos de calcio y de magnesio son solubles en agua. Además, por ser sales de ácidos y de bases fuertes producen soluciones neutras, mientras que los

jabones que son sales de ácidos débiles con bases fuertes, producen soluciones ligeramente alcalinas.

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

Desde el punto de vista químico, las saponinas al ser hidrolizadas rinden de 2 a 6 residuos de monosacáridos y una porción carbonada policíclica que es la aglicona del glicósido, a la cual se le denomina genéricamente sapogenina. Pueden tener un esqueleto tipo esteroideal (de base gonano) o de tipo triterpenoide (derivados del escualeno), las cuales dan lugar a las 2 grandes familias de estos metabolitos: las saponinas esteroidales y las saponinas triterpénicas.

La solubilidad en agua de estos compuestos está facilitada por su alto peso molecular y la presencia de los residuos de monosacáridos y de otros grupos polares. La planta de objeto de investigación es la *Saponaria Officinalis*, que llega a alcanzar una altura de entre 10 y 60 cm. Sus hojas de forma oval o peciolada miden aproximadamente entre 1 y 6 cm de longitud. Tiene unas llamativas florecitas con cinco pétalos ya sea púrpuras, amarillos, blancos (los más comunes), rosas, morado pálido o lilas, que se agrupan sobre los tallos que miden entre 4 y 25 mm de diámetro.



1.1 Saponaria o hierba jabonera (*Saponaria officinalis*).

En la extracción con los diferentes solventes se obtiene en promedio un rendimiento de extracción del material a analizar referido para etanol, agua y hexano a 25 °C de 55 %, 66 % y 3.0 %, respectivamente, y para etanol, agua y hexano a 55 °C de 62 %, 75 % y 7.0 %, respectivamente.

Además, se ha considerado que para poder realizar la extracción se necesita pulverizar por completo a la planta para llevar acabo la extracción y realizando esta pulverización se dice que facilitara la extracción, filtración y purificación.

MÉTODOS

Este proyecto tiene como materia de estudio a la planta *Saponaria officinalis* a la cual se le pretende realizar diversas pruebas para poder obtener los resultados esperados.

Paso 1:

- Extracción de las saponinas: Para este paso es necesario tener la planta seca y se coloca en un matraz de bola para así poder verter una determinada cantidad de lo que puede ser éter de petróleo, hexano o benceno, ya teniendo estos primeros pasos se pone en recirculación y se le proporciona calor para que así se lleve a cabo el procedimiento de separación aproximadamente en 1 hr 30 min. Posteriormente realizamos una extracción líquido – líquido donde las sustancias que utilizamos son nuestro secretado de la extracción y una pequeña cantidad de agua para así poder obtener las saponinas (y otros compuestos polares).

Paso 2:

- Filtración: Con un proceso simple de filtración separamos las yerbas del líquido que obtuvimos, en esta fase adicionamos cloruro de sodio para romper la fase de emulsión que se formó al momento de estar filtrando.

Paso 3:

- Evaporación del solvente: Aquí ocupamos una parrilla para evaporar el solvente y solo nos quede la saponina, que es un aceite.

Paso 4:

- Espectro de IR: Después de que se obtuvo el aceite (las saponinas) y han sido purificadas, se realiza un IR que nos ayuda a confirmar si efectivamente se extrajo solamente las saponinas o aún está en contacto con otra sustancia, esto se realiza poniendo nuestra muestra en el espectro para que así nos dé una lectura, que deberá ser comparada con una referencia.

De igual manera se podría desarrollar una prueba de cromatografía para confirmar si se logró extraer la saponina. Un ejemplo es la cromatografía de capa fina. El principal problema con este tipo de técnicas es que siempre se requiere la corrida

paralela de un estándar apropiado, minimizando la variación entre diferentes placas y colores de reacción con las sustancias que se rocían (Oleszek, 2002). Las condiciones más comunes para el desarrollo de este tipo de procedimientos que incluyen: soportes de silica gel, fases móviles que consisten en mezclas de cloroformo-metanol-agua o butanol-ácido acético-agua para saponinas, y benceno-acetona para los aglicones. En cuanto a los agentes de revelado se incluyen los reactivos Carr Price, Liebermann-Burchard, ácido fosfotúngstico, sulfato de cesio al 1% en ácido sulfúrico, ácido sulfúrico al 10% en etanol, fenol sulfúrico y ácido acético con p-anisaldehído y ácido sulfúrico al 0.5 y 1%, respectivamente (Oleszek,2002).

Paso 5:

- Prueba de espuma: Tomar 1 ml de cada una de las fracciones (polar y apolar) en tubos de ensayo separados, añadir 9 ml de agua a cada uno. Utilizar 1 ml de esta solución en un tubo de ensayo pequeño, agitar vigorosamente por 30 segundos y dejar en reposo durante 15 minutos en la muestra. La proporción de saponinas se mide de acuerdo a la altura de la espuma sobrenadante así:

Altura de menos de 5 mm = no se detectan saponinas

Altura de 5 – 9 mm = contenido bajo

Altura de 10 – 14 mm = contenido moderado

Altura mayor de 15 mm = contenido alto

Después de cumplirse la primera parte experimental y obteniendo como resultado la muestra requerida se realizan los siguientes métodos que proporcionaran información más concreta sobre si la muestra obtenida servirá para llevar acabo las hipótesis plasmadas antes.

- **BALANCE HIDROFÍLICO- LIPOFÍLICO (HLB):** El balance hidrofílico-lipofílico o HLB, por sus siglas en inglés, es un sistema numérico para clasificación de propiedades de emulsificación, el cual nos permite eliminar un gran número de emulsificantes antes de comenzar con los ensayos experimentales.

Expresa que en cualquier emulsificante existe una proporción definida entre su parte polar y su parte no-polar. De este modo, cuando mezclamos un aceite (el cual puede poseer algún grado de polaridad) con agua, para estabilizar la emulsión necesitamos que haya un "balance" entre las polaridades del emulsificante, del aceite y del agua.

En este caso, añadir gota a gota la fase dispersa a la fase continua que se encuentra mezclándose por medio de un agitador mecánico. Una vez que se añade la última

gota de la fase dispersa, agitar la mezcla por 3 minutos. A esta emulsión se le nombra emulsión cruda. Separar una muestra para su caracterización.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

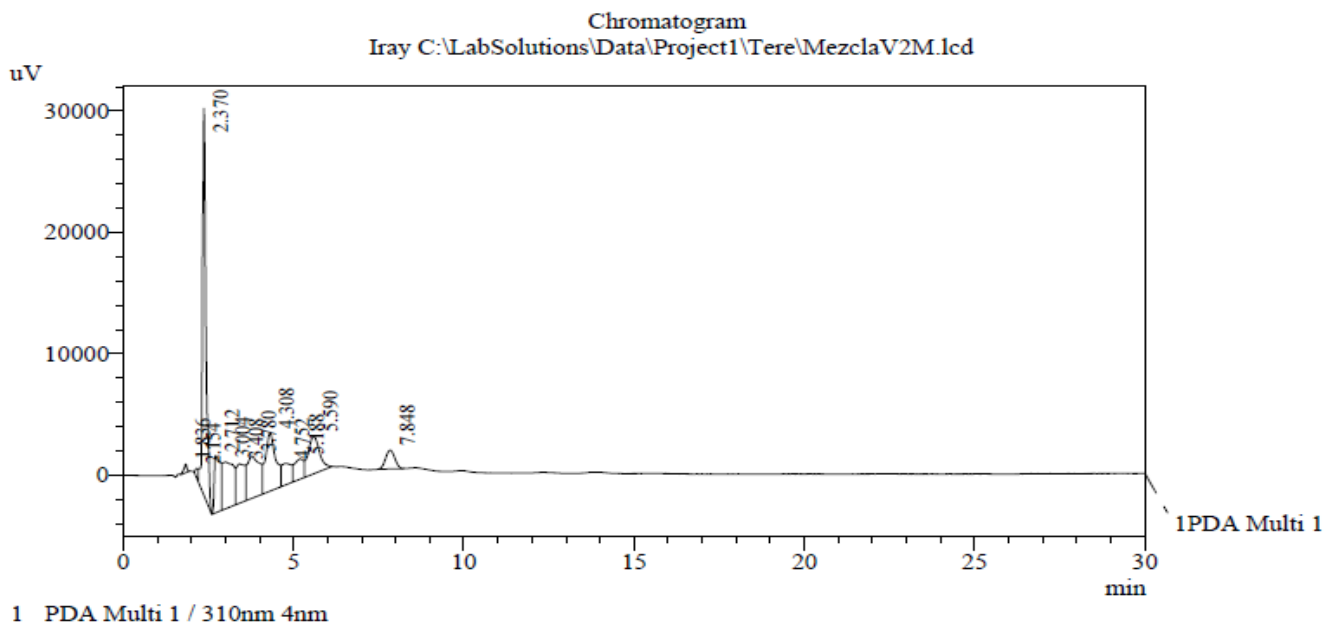
Con base en la parte experimental desarrollada los resultados obtenidos son los siguientes:

- Se ha extraído la saponina que contiene la planta *Saponaria officinalis*, aunque no en una gran cantidad como se pensaba, ya que solo se pesaron 5 gr de esta planta y utilizando benceno como solvente, ya que al usar el éter se observó que este se evaporaba muy fácilmente, incluso antes de que se llevara a cabo la extracción. De igual manera se concluye que al usar el benceno no se lleva a cabo la extracción completa, aunque es de ayuda la eficiencia de este a pesar de no ser al 100%.
- Al realizarse la purificación de las saponinas, como residuo se obtuvo una pequeña porción de aceite, pretendiéndose que sean las saponinas que contiene esta planta y las cuales serán la materia a estudiar.
- Al realizar el espectro de IR pudimos detectar que efectivamente en ese aceite se encontraban las saponinas y como fuente más efectiva se llevó a cabo la cromatografía de capa fina que tiene una eficiencia de un 99.99%.

Se corrió la muestra por HPLC usando una columna C18 con flujo isocrático y una fase móvil de metanol: agua: ácido acético 60:35:5.

Se presentan varias saponinas de las cuales no se contó con el estándar por lo que no se pudo correr para identificar las saponinas en la muestra problema.

El cromatograma es el siguiente:



2.1 Cromatograma de la Muestra Analizada.

PeakTable

PDA Ch1 310nm 4nm

| Peak# | Ret. Time | Area | Height |
|--------------|-----------|---------------|--------------|
| 1 | 1.836 | 4596 | 715 |
| 2 | 2.154 | 4563 | 757 |
| 3 | 2.370 | 225778 | 31722 |
| 4 | 2.712 | 60163 | 4702 |
| 5 | 3.004 | 87909 | 3846 |
| 6 | 3.408 | 56493 | 3247 |
| 7 | 3.780 | 85453 | 3479 |
| 8 | 4.308 | 102607 | 4781 |
| 9 | 4.752 | 34993 | 1781 |
| 10 | 5.188 | 31009 | 1662 |
| 11 | 5.590 | 72796 | 3074 |
| 12 | 7.848 | 28932 | 1536 |
| Total | | 795292 | 61303 |

2.2 Grafica de Resultados Obtenidos.

- En la prueba de espuma realizada, los resultados obtenidos solo fueron físicos, lo que quiere decir que cuando se midió la altura de la espuma producida por esta muestra estuvo en 15.5 mm, por lo que se considera una prueba exitosa.

- En la prueba de HLB donde se obtuvo como resultados un rango de 14, y comparando con los datos de algunas tablas, encontramos que los resultados obtenidos en esta práctica experimental indican que lo que se obtuvo como materia prima se puede manejar como detergente.

| HLB | USOS |
|-------|--------------------------------|
| 4-6 | Emulsionante (agua en aceite). |
| 7-9 | Humectante. |
| 8-18 | Emulsionante (aceite en agua). |
| 13-15 | Detergente. |
| 15-18 | Solubilizante. |

CONCLUSIONES

La parte experimental que se abarco y los resultados que se obtuvieron lograron fueron satisfactorios ya que se cumplió con cada uno de los objetivos establecidos.

Por lo cual se concluye que la metodología utilizada fue la correcta ya que se obtuvo lo que se pretendía , aunque en la parte de la extracción no se obtuvo una eficiencia total de saponinas como se pretendía, por lo cual persiste a idea de realizar una segunda extracción de éstas cambiando algunos factores como son la cantidad de materia prima o bien que se cambie la planta a estudiar (dejando claro que esta contendrá las mismas características que se han manejado en esta parte experimental).

En la parte de la prueba de espuma se observó que la planta *Saponaria Oficinales* es muy rica en saponinas ya que la espuma producida en esta prueba se encuentra en un rango alto ya que la altura que se observo fue de 15.5 mm y al compararla con los valores ya establecidos estos indican que el valor máximo de altura es de 15 mm lo cual quiere decir que se tiene una cantidad perfecta.

Al término de estos métodos experimentales y con los resultados obtenidos y analizados se llega a una conclusión general que dice:

Con los resultados finales se logró cumplir con las hipótesis y objetivos planteados al principio de este proyecto, aunque no se llegó a concluir este proyecto, la parte obtenida nos dice “Que *la planta Saponaria officinalis* contiene algunas propiedades como son las saponinas y que se pretenden darle la función de un detergente biodegradable para que este no tenga alto impacto en las aguas residuales “

Aunque aún no se tiene especificado el proceso que se ha de llevar a cabo para esa emulsión que contiene saponinas, se puede fusionar con algunos compuestos más para así poder tener como resultado un detergente, el avance realizado nos lleva a decir que, si le damos seguimiento se podría obtener un producto natural, que ayudaría a disminuir un problema ambiental como lo es la Contaminación de Aguas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dr. Luis Diaz Soto. (2000). Obtención de crudos de saponinas hipocolesteromizantes del *Chenopodium quinoa* Willd. Revista Cubana de Medicina, 26, 1-3.
- The. F. Stadros, Surfactants, Academic Press, Harcourt Brace Javanovich, editores, Londres, Orlando, San Diego, San Francisco, Nueva York, Toronto, Montreal, Sidney, Tokio, Sao Paulo.
- J. Davidsohn, E. J. Better y A. Davidson, vol. I, Interscience publishers, Inc. New York Interscience publishers, Ltd., Londres, 1999.
- P. L Layman, "Brisk detergents activity Changes picture for chemical suppliers", enChem. and Eng. News, enero 23, 1999, p. 17.
- Alejandro Martínez Martínez. (2001). SAPONINAS ESTEROIDES. 2001, de UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA Sitio web: <http://farmacia.udea.edu.co/~ff/saponinas2001.pdf>
- NATALIA HERRERA L., EDWIN CORREA, DIANA CARDONA. (Mayo 2007). ESTRUCTURA Y ACTIVIDAD DE SAPOGENINAS TRITERPENICAS. 2007, de Scientia et Technica Sitio web: <file:///C:/Users/fernandaCG/Downloads/Dialnet-EstructuraYActividadDeSapogeninasTriterpenicas-4811477.pdf>
- Henry A. Flechas C. Camilo Aragón D. Nelly B. Morales2 P. John A. Jiménez G.2. (2009). INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE TRES PRODUCTOS DEL JABONCILLO (*SAPINDUS SAPONARIA* L.) COMO BASE PARA SU

INDUSTRIALIZACIÓN. 2009, de Revista Colombia Forestal Sitio web:
file:///C:/Users/fernandaCG/Downloads/v12n1a12.pdf

• Carmen Ileana Alvarez de Leon, Ana patricia Archila Paiz. (1999). Caracterizacion fisica y quimica del fruto sapindus saponaria y su potencial de industrializacion como fuentes de saponinas. julio 2000, de Universidad de San Carlos de Guatemala Sitio web: file:///C:/Users/fernandaCG/Downloads/T445.pdf

Heike Vibrans (ed.), 2009;
<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/caryophyllaceae/saponaria-officinalis/fichas/ficha.htm#3>. Identificación y descripción, 10 de Noviembre del 2012.