

Extracción de Aceite de achiote mediante soxhlet, evaluación de su composición Química.

Extraction of annatto oil using Soxhlet, evaluation of its chemical composition.

Para citar este trabajo:

Reina, A., Meza, J., Intriago-Mendoza, F., Torres-Avellán, D., Extracción de Aceite de achiote mediante soxhlet, evaluación de su composición Química. 1. Reincisol, 3(5), pp. 440-456.
[https://doi.org/10.59282/reincisol.V5\(3\)440-456](https://doi.org/10.59282/reincisol.V5(3)440-456)

Autores:

Reina Ponce Ana María

Instituto Superior Tecnológico Quinindé
Ciudad: Quinindé, País: Ecuador
Correo Institucional: anita.reina.itsq@gmail.com
Orcid <https://orcid.org/0009-0005-5980-7989>

Josueh Alfonso Meza Cisneros

Instituto Superior Tecnológico Quinindé
Ciudad: Quinindé, País: Ecuador
Correo Institucional: josuehmeza@gmail.com
Orcid <https://orcid.org/0000-0002-7121-049X>

Fernando Rodolfo Intriago Mendoza

Instituto Superior Tecnológico Quinindé
Ciudad: Quinindé, País: Ecuador
Correo Institucional: fintriago@institutoquininde.tech
Orcid <https://orcid.org/0000-0002-7902-8465>

Diego Armando Torres Avellán

Instituto Superior Tecnológico Quinindé
Ciudad: Quinindé, País: Ecuador
Correo Institucional: dtorres@institutoquininde.tech
Orcid <https://orcid.org/0000-0002-6748-4524>

RECIBIDO: 4 enero 2024

ACEPTADO: 29 marzo 2024

PUBLICADO 23 abril 2024

Resumen

En el siguiente trabajo se presenta el proceso de la extracción de aceite de achiote mediante el método de soxhlet. En este proceso se obtienen un producto: el aceite de achiote. Para este proceso se utiliza semillas de achiote secadas, Esta investigación busca comprender las propiedades y aplicaciones potenciales del aceite de achiote, un producto derivado de las semillas de la planta *Bixa orellana*. Los resultados proporcionarán información valiosa sobre la calidad y las características del aceite, que pueden ser relevantes para su uso en la industria alimentaria, cosmética o farmacéutica. Al extraer el aceite, una parte significativa del contenido, que varía según el método de extracción usado. Es así como se obtiene un aceite fijo con una alta carga volátil, el cual presenta características organolépticas favorables. El objetivo principal es entender las propiedades del aceite de achiote. Los resultados obtenidos ofrecen información valiosa sobre la calidad del aceite, su perfil de ácidos grasos.

Palabras claves: aceite de achiote; método soxhlet; características organolépticas; ácido graso; carga volátil.

The following work presents the process of extracting annatto oil using the Soxhlet method. In this process, a product is obtained: annatto oil. Dried annatto seeds are used for this process. This research seeks to understand the properties and potential applications of annatto oil, a product derived from the seeds of the Bixa Orellana plant. The results will provide valuable information on the quality and characteristics of the oil, which may be relevant for its use in the food, cosmetic or pharmaceutical industry. When extracting the oil, a significant part of the content, which varies depending on the extraction method used. This is how a fixed oil with a high volatile load is obtained, which has favorable organoleptic characteristics. The main objective is to understand the properties of annatto oil. The results obtained offer valuable information about the quality of the oil and its fatty acid profile.

Keywords: annatto oil; soxhlet method; organoleptic characteristics; fatty acid; volatile charge.

INTRODUCCIÓN

Estas plantas son muy útiles en el sector farmacéutico e industrial, y su cultivo puede ser utilizado como fuente de exportación al aumentar y seleccionarl as como materia prima para el achiote en rama o para productos elaborados con colorante y aceite de achiote. (Díaz, 1961)

El aceite esencial de Achiote cómo uso diario en comidas y demás opciones. Este aceite se puede utilizar como alimento, porque tiene un color rojo brillante que se puede usar para darle color a los alimentos, en otros casos como cosmético en la piel como tratamiento de relajación, de igual manera se lo puede utilizar para masajes en diferentes partes del cuerpo. (Díaz, 1961)

El achiote ha sido importante desde la época precolombina debido a su uso, el objetivo es conseguir un aceite para hacer infusiones, cosméticos, rituales religiosos y medicina. El palo de achiote (*Bixa orellana*) es un árbol de la familia Orellaceae que se encuentra en América tropical desde la época precolombina, particularmente en Brasil, México, República Dominicana, Centroamérica, Colombia, Ecuador, Venezuela, Perú y Bolivia. La cultura La especia del mismo nombre se extrae de su fruto y se usa como colorante y aromatizante en alimentos populares. (Huerta & Ostos, 2014).

Sus frutos, ricos en carotenoides y flavonoides (pigmentos orgánicos) y con entre 30 y 40 semillas cubiertas en una capa roja, se utilizan para producir el producto, los arbustos comienzan su producción entre los tres y cuatro años. En promedio, una plantación puede durar 12 años, pero esto puede variar dependiendo del suelo y las condiciones climáticas. (Alan, 2004)

Dentro del ámbito del cultivo de achiote, se han empleado diversas técnicas de extracción, como la extracción con solventes, prensado, extrusión y fluidos supercríticos. Sin embargo, la sobreproducción de achiote y sus derivados ha llevado a una situación de excedente, agravada por la falta de demanda en el mercado y la limitada conciencia sobre las múltiples aplicaciones que este cultivo podría tener.

Esta investigación surge como respuesta a dicho desafío, con el propósito fundamental de ilustrar a los productores sobre las potenciales utilidades y beneficios derivados del achiote. Se enfoca específicamente en la extracción de aceite de achiote mediante el método Soxhlet, buscando evaluar la efectividad de este proceso.

El objetivo general de la investigación es evaluar la eficacia de la extracción de aceite de achiote mediante el método Soxhlet. Para ello, se plantean los siguientes objetivos específicos:

En primer lugar, se busca evaluar la composición química de la extracción del aceite de achiote, con el fin de comprender las propiedades y componentes del producto obtenido.

Además, se pretende identificar los posibles usos del aceite de achiote, explorando aplicaciones en distintos sectores, como la industria alimentaria, cosmética o medicinal.

Finalmente, se busca conocer los rendimientos del aceite de achiote, analizando la cantidad y calidad del producto obtenido mediante el método Soxhlet.

Estos objetivos se alinean con la intención de la investigación de mostrar a los productores las oportunidades y aplicaciones prácticas que pueden surgir a partir de la extracción de aceite de achiote, contribuyendo así a diversificar y maximizar el aprovechamiento de este valioso recurso. (Díaz, 1961)

MATERIALES Y METODOS

El desarrollo de esta investigación se llevará a cabo en una serie de fases diseñadas para explorar de manera integral las potencialidades del cultivo de Achiote (*Bixa orellana*), con especial énfasis en la extracción de su aceite mediante el método Soxhlet. La metodología propuesta se desglosa de la siguiente manera:

En una primera fase, se iniciará con una revisión de literatura exhaustiva, abordando todos los aspectos relacionados con el cultivo de Achiote. Esto incluirá información detallada sobre sus condiciones ideales de cultivo, características botánicas, métodos de producción y cualquier otro detalle relevante que contextualice el estudio.

A continuación, se llevará a cabo la extracción de aceite de Achiote mediante el método Soxhlet. Los procedimientos de extracción serán minuciosamente caracterizados, tomando en cuenta aspectos como la selección de solventes, tiempos y temperaturas específicos.

Seguidamente, se realizará una investigación para identificar y evaluar posibles usos del aceite de Achiote, considerando aplicaciones en la industria alimentaria, cosmética u otros sectores. Este análisis proporcionará una visión clara de las aplicaciones prácticas del aceite.

Finalmente, se determinará la cantidad de aceite de Achiote obtenido mediante el método Soxhlet, evaluando los rendimientos y estableciendo comparaciones con otros métodos de extracción. Este análisis cuantitativo permitirá entender la eficiencia del método y su viabilidad en comparación con alternativas.

Esta metodología integral posibilitará una comprensión profunda del cultivo de Achiote y su aceite extraído mediante Soxhlet, brindando conocimientos esenciales sobre su composición química, posibles usos y rendimientos obtenidos.

Los aceites esenciales se pueden extraer mediante diversos métodos, como: prensado, destilación al vapor, extracción con disolventes volátiles, extracción de aromas y extracción con fluidos supercríticos. En el proceso de prensado, el material vegetal se prensa mecánicamente para liberar el aceite, que se recoge y se filtra. (Rodríguez Álvarez et al, 2012)

Existen múltiples métodos que pueden utilizarse para extraer aceites o esencias de diferentes cultivos y plantas aromáticas, a continuación, se detallarán los diferentes métodos:

Destilación al vapor: El calor destruye las cámaras de almacenamiento de aceites esenciales cargadas y libera los aceites esenciales en forma de vapores (Recuerde que son inestables). El vapor u aceite sube por dentro del alambique hasta el condensador, que es un tubo en espiral sumergido en agua fría que elimina el vapor en el agua. Al final de la condensación, el agua y los aceites esenciales se recogen en un recipiente llamado "matraz de destilación" (Rodríguez Álvarez et al, 2012)

Extracción por Prensado: Este método se utiliza para extraer aromas de frutas cítricas. Presione la cáscara con las manos hasta que revienten las glándulas sebáceas y se pueda recoger el aceite con una esponja. Una vez que el champiñón esté saturado, escurrir en un bol. (Rodríguez Álvarez et al, 2012)

Extracción por maceración: Las flores u hojas se trituran, lo que hace que las glándulas o células sebáceas revienten, y luego se colocan en aceite vegetal caliente. Los aceites vegetales absorben los aceites esenciales y pierden el resto. Se agrega material nuevo al medio ya calentado. Repite este proceso hasta que la grasa o aceite vegetal esté completamente concentrado. (Rodríguez Álvarez et al, 2012)

Extracción con solvente: Este es uno de los métodos de extracción más avanzados y se utiliza principalmente para aceites florales caros y delicados como los de jazmín, rosa y nardo. Técnicamente, los productos utilizados en la extracción con disolventes no son aceites esenciales, pero sería más exacto llamarlos "absolutos" (Rodríguez Álvarez et al, 2012)

Extracción de dióxido de carbono (CO₂): La captura de carbono es un desarrollo que comenzó en las últimas décadas y, por lo tanto, es relativamente nuevo.

Produce aceite puro con propiedades únicas diferentes de los aceites destilados al vapor. Una de las ventajas de su uso es que al ser el CO₂ un gas inerte, no reaccionará químicamente con el aceite extraído, no es tóxico, es incoloro e inodoro y puede almacenarse a bajas temperaturas para evitar daños en las piezas. (Rodríguez Álvarez et al, 2012)

Un extractor Soxhlet es un dispositivo de laboratorio diseñado para extraer sustancias que son menos solubles en el disolvente de extracción. En un extractor Soxhlet, la muestra se sumerge en un disolvente caliente que se retira periódicamente, se destila y se devuelve a la muestra.

La extracción Soxhlet ha sido (y en muchos casos sigue siendo) el método estándar de cimentación sólida más utilizado desde su desarrollo en el siglo XX. pasado y presente son sus principales métodos de referencia para la comparación. Otros métodos de extracción. Además de muchas normas de la EPA (EE.UU. Agencia de Protección Ambiental) y FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos) Utilizan esta técnica clásica como método oficial para la extracción continua de sólidos. (CA, 2004)

Extracción de Aceite de achiote.

Extracción por método soxhlet

En la extracción de aceite de achiote por soxhlet se utilizó el equipo soxhlet que se compone de un refrigerante que contiene dos agujeros, uno para la entrada de agua y otro para la salida y así contener la temperatura, el extractor que se compone de un adaptador de expansión, un sifón para el ascenso de vapores, un cartucho con la muestra sólida y el balón con el solvente, este equipo soxhlet contaba con una capacidad de 500ml.

Rendimientos del Proceso: Se define como:

Rendimiento = $100 \times \text{Aceite obtenido (g)} / \text{Semilla de achiote seca utilizada (g)}$.

MUESTRA 1 ACHIOTE

DATOS:

PESO MUESTRA= 50.12g

PESO BALON VACIO = 201,53g

PESO BALON ACEITE = 204,05g

$$PESO ACEITE = P BALON CON ACEITE - P BALON VACIO$$

$$PESO ACEITE = 204,05g - 201,53g$$

$$PESO ACEITE = 2,52g$$

$$\% DE EXTRACCION = \frac{PESO ACEITE * 100}{PESO MUESTRA}$$

$$\% DE EXTRACCION = \frac{2,52g * 100}{50,12g}$$

$$\% DE EXTRACCION = 5,02 \% ACEITE ACHIOTE$$

MUESTRA 2 ACHIOTE

DATOS:

PESO MUESTRA= 50.03g

PESO BALON VACIO = 201,50g

PESO BALON ACEITE = 204,13g

$$PESO ACEITE = P BALON CON ACEITE - P BALON VACIO$$

$$PESO ACEITE = 204,05g - 201,50g$$

$$PESO ACEITE = 2,63g$$

$$\% DE EXTRACCION = \frac{PESO ACEITE * 100}{PESO MUESTRA}$$

$$\% DE EXTRACCION = \frac{2,63g * 100}{50,03g}$$

$$\% DE EXTRACCION = 5,25 \% ACEITE ACHIOTE$$

MUESTRA 3 ACHIOTE

DATOS:

PESO MUESTRA= 50.10g

PESO BALON VACIO = 201,54g

PESO BALON ACEITE = 204,02g

PESO ACEITE = P BALON CON ACEITE – P BALON VACIO

PESO ACEITE = 204,02g – 201,54g

PESO ACEITE = 2,48g

*% DE EXTRACCION = $\frac{PESO\ ACEITE\ *\ 100}{PESO\ MUESTRA}$*

*% DE EXTRACCION = $\frac{2,48g\ *\ 100}{50,10g}$*

% DE EXTRACCION = 4,95 % ACEITE ACHIOTE

TABLA 1.
Resultado de Extracción de aceite de Achiote*.

MUESTRAS	% DE EXTRACCIÓN
<i>M1</i>	5,02%
<i>M2</i>	5,25%
<i>M3</i>	4,95%
<i>PROMEDIO</i>	5,07%

*Resultados en % Obtenidos en 3 repeticiones.

Fuente: elaboración propia.

En la tabla que se mostró anteriormente se indica los resultados de la extracción de aceite achiote a partir del grano de este, para obtener el porcentaje que se muestra en las tablas anteriores se necesitaron de 3 repeticiones de extracción en la maquina soxhlet, las cuales se demoran de entre de 3 a 4 horas por proceso. Las extracciones se realizan por triplicado con **50** gramos de semilla previamente secada con una humedad promedia de 12,4%, secada a temperatura ambiente en un tiempo de 30 días antes de su extracción.

En la tabla se muestra los datos obtenidos en la extracción de aceite de achiote en el grano de este, para cada repetición se utilizaron muestras de un rango de **50g** a **51g** estos de aquí se utilizaron para diferentes repeticiones, la cuales obtuvimos

un promedio de **5,07%** de aceite por cada 50 gramos de muestra. Para sacar este promedio se realizó el proceso que se muestra en la parte superior de resultados.

Estos porcentajes de aceite pueden variar según la zona, la variedad del cultivo, el clima y el cuidado del mismo, también el promedio puede variar dependiendo del tipo de extracción y los solventes a utilizar.

DISCUSIÓN

Con los resultados obtenidos nos damos cuenta que el aceite de achiote extraído por soxhlet nos dio un promedio muy efectivo, es un promedio que se iguala a otras investigaciones, por tanto, a partir de achiote en buen estado y bien secado se obtienen aceites con buenas características sensoriales.

El método usado indica que con esa forma de extracción se puede utilizar para cualquier otro producto con compuestos volátiles como el café, chillangua, aceitunas, entre otros.

Este proceso es muy práctico a la hora de utilizar dicha maquina ya que es muy fácil de armar al momento de utilizar y es muy practica a la hora de realizar extracciones para cantidades pequeñas de muestras.

El aceite esencial de achiote se extrae de los granos de la planta de achiote., también conocida como achiote o annatto. Esta planta es originaria de América tropical y ha sido utilizada durante siglos tanto como especia en la cocina como por sus propiedades medicinales.

El aceite esencial de achiote tiene un color rojo intenso debido a la presencia de un pigmento natural llamado bixina, que también le confiere propiedades antioxidantes. Este aceite se obtiene mediante por un proceso de extracción de las semillas de achiote y se utiliza en la industria alimentaria, cosmética y medicinal. En la cocina, el aceite esencial de achiote se utiliza principalmente como colorante y saborizante en platos tradicionales de América Latina, como el arroz, las salsas y los adobos. Además de su uso culinario, se cree que el aceite esencial de achiote

tiene propiedades antiinflamatorias y antimicrobianas cuando se aplica tópicamente en la piel.

En la cosmética, el aceite de achiote se usa para el cuidado del cuerpo y el cabello debido al contenido antioxidantes y su capacidad para promover la salud de la piel. En resumen, el aceite esencial de achiote es versátil y tiene una variedad de usos en la cocina, la cosmética y la medicina tradicional, gracias a sus propiedades antioxidantes y su agradable color y aroma. Sin embargo, es importante usarlo con moderación y seguir las recomendaciones de dilución adecuadas para evitar posibles reacciones adversas.

En fin, la extracción por soxhlet es buena siempre y cuando se la utilice para procesos de investigación mas no procesos industriales.

CONCLUSIÓN

Existen muchos métodos para extraer aceites esenciales, los más utilizados son: extracción por prensa, extracción por destilación al vapor, extracción con solventes volátiles, extracción de aceite y extracción con fluidos supercríticos. Cada método de extracción tiene sus ventajas y desventajas. La elección del método depende del desempeño del proceso de extracción y si la extracción es para muestras pequeñas o extracción industrial dependerá de la elección del método utilizado.

A partir del método de extracción soxhlet se obtiene aceite de achiote con un rendimiento de **4% y 6%** con un promedio de **5,07%** de achiote en el mismo.

El método de extracción del aceite achiote arrojó resultados beneficiosos lo que se puede decir que es un método con altas posibilidades de utilización. El aceite de achiote almacenado a buenas condiciones ambientales puede durar hasta 4 meses. Se obtuvo un buen rendimiento en la extracción de café mediante soxhlet (**5,07%**), sin embargo, el tiempo requerido de extracción fue de 3 horas por proceso y el uso de altas temperaturas.

Para el proceso de la extracción por Soxhlet, obtuvimos aceite de natural de las semillas de Achiote (Bixa Orellana L.) en diferentes cantidades, debido a las variables consideradas.

Al analizar los resultados del proceso de extracción de Soxhlet, podemos notar que fue un método con un rendimiento, puesto que obtuvimos un rango de **2,48g 2,53g y 2,63g**, con un tiempo de extracción de 3 a 4 h, Secando las semillas a temperatura ambiente. Obteniendo un rendimiento de **5.07%**.

En esta investigación no se pudo realizar análisis exhaustivos de laboratorio en vista de que las muestras no son determinantes para poder realizar un análisis químico.

Se recomienda que se sigan realizados más investigaciones de extracciones de aceites de otros cultivos de la zona que sean más recurrentes en el cantón y utilizar otros tipos de extracciones y utilizar otros solventes para conocer que otros cultivos pueden brindarnos aceites esenciales y en que cantidades.

También se recomienda que a la hora de realizar se deben tener muchos factores, semilla, temperatura, tiempo entre otros para así tener un buen proceso de extracción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 7ma ed.

Extracción del aceite del achiote y determinación de algunas de sus constantes físicas y químicas por Díaz Tati, Orfelina 1961 en:

<https://core.ac.uk/download/pdf/35292238.pdf>

Elaboración de Aceite de achiote por VelSid febrero 2012:

<https://www.google.com/amp/s/gastronomiaycia.republica.com/2012/02/08/aceite-deachiote/amp>

Bernal, H. y Correa, J.E. Bixa Orellana. (1999). Especies promisoras de los países del convenio Andrés Bello. Tomo II. Santa Fe de Bogotá: Guadalupe Ltda.:

<http://www.oras-conhu.org/Data/2015911122143.PDF>

Córdoba V., J. A. (1987). "El Achiote: Cultivo, Beneficio y posibilidades de exportación". En: Revista ESSO Agrícola Vol. 34. No. 1, pp. 3-7.:

<https://tecnosolucionescr.net/blog/551-el-achiote-colorante-natural-y-funcional>

Juan Enrique Devia Pineda/Liliana Saldarriaga Cordero 2017; Extracción de aceite de achiote; <https://es.slideshare.net/1ngellisboa/extraccion-de-achiote>

(La Anita 1913) <https://www.laanita.com/achiote-para-que-sirve/#:~:text=El%20achiote%20se%20utiliza%20en,necesidad%20de%20utilizar%20colorantes%20artificiales>.

Ciencias Ambientales, curso 2004/05:

https://www.upo.es/depa/webdex/quimfis/docencia/TAQ/curso0405/TAQP5_0405.pdf

Marita.M Obergoso 2018 extracción de colorante de

achiote:<https://es.scribd.com/document/374570581/EXTRACCION-DE-COLORANTE-DE-ACHIOTE>

Carlos, N. (2007). Extracciones con Soxhlet, cenunez.com.ar. 2008. Recuperado el 26; <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=19305>

Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. 2010. Manual técnico: el cultivo del achiote, Bixa Orellana L Disponible

en: <https://tecnosolucionescr.net/blog/551-el-achiote-colorante-natural-y-funcional>

Stephanie 2006 Como realizar aceite de achiote;

<https://foodmetamorphosis.com/es/como-hacer-aceite-de-achiote/>

Optimización de parámetros de extracción de colorante de achiote (Bixa orellana).

Gonzalo Enrique Mejía Retana, 1997:

<https://core.ac.uk/download/pdf/35292238.pdf>

Gómez, S., Villegas, Z. & Patricio S. (2011). Diseño y construcción de una máquina tipo expeller para la extracción de aceite vegetal a partir de la semilla de la Jatropha Curcas con capacidad de 200 kilogramos/hora. La Universidad de la Fuerzas Armadas – ESPE, Sangolqui, Ecuador.

<https://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/2788>

Giraldo H. A., Velásquez Jiménez, J. A., & Cuartas Zapata, P. A. (2010).

Extracción con solventes y purificación de aceite a partir de semillas de Jatropha Curcas. Revista Investigaciones Aplicadas, 4(2), 77-86.

Recuperado de <https://revistas.upb.edu.co/index>

MANUAL DEL CULTIVO DE ACHIOTE por Julio C. Bonilla Murillo abril (2009):

<https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01B715mc.pdf>

El achiote Bixa orellana L. como posible alternativa productiva para el

Departamento del Meta por Quiñones Bravo Ximena¹ y Yunda Romero

Myriam Constanza² ¹ Ing Agr. Unillanos y ² Ing. Agr. Esp. MSc. Docente

Unillanos 2014:

<https://revistas.unillanos.edu.co/index.php/sistemasagroecologicos/articulo/view/646>

Extracción del aceite del achiote y determinación de algunas de sus constantes físicas y químicas. Por Universidad de Cartagena 1961:

<https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/4195>

EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE EXTRACCIÓN DE LA NORBIXINA A PARTIR DE LAS SEMILLAS DE ACHIOTE (Bixa orellana L.) por SANTOS FREDY QUISPE TICLLASUCA PERU

2019: https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3396/1/TESIS%20AI179_Qui.pdf

Ibrahim, P. (2007). Métodos de extracción y caracterización de bixina y norbixina en semillas de urucum d (Bixa Orellana L.). Brasil: Tesis post Grado Universidad Federal de Vicosa.

<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/2951/1/texto%20completo.pdf>

Payes, E. (2017). Obtención y caracterización fisicoquímica del extracto colorante del achiote (Bixa Orellana L.). Guatemala: Tesis de la Universidad de San Carlos.

<http://www.repositorio.usac.edu.gt/6776/1/Edy%20Boanerges%20Payes%20Aguirre.pdf>

EXTRACCIÓN Y EVALUACIÓN DEL COLORANTE NATURAL DE ACHIOTE (Bixa orellana L.) COMO SUSTITUTO DEL COLORANTE E-102 AMARILLO No. 5 (TARTRACINA) EN LA ELABORACIÓN DE UN YOGURT por Zoila Concepción Reyes Buenafe 2015:

<https://core.ac.uk/download/pdf/35292238.pdf>

DEVIA, Jorge. Planta piloto para obtener colorante de semilla de achiote (Bixa orellana). Trabajo de graduación, Universidad EAFIT Medellín Colombia, 2003. 22 p. <https://es.scribd.com/document/648313780/Vista-de-Planta-Piloto-Para-Obtener-Colorante-de-La-Semilla-Del-Achiote-Bixa-Orellana>

Conflicto de intereses

El autor indica que esta investigación no tiene conflicto de intereses y, por tanto, acepta las normativas de la publicación en esta revista.

