

Cuadernos de

Semilleros de Investigación



UNIAGRARIA
Fundación Universitaria Agraria de Colombia

LA U VERDE DE COLOMBIA

**REVISTA CUADERNOS DE SEMILLEROS
INVESTIGACIÓN**

Vol. I No. I

Enero-Diciembre 2015

**Vicerrectoría de Investigación
Fundación Universitaria Agraria de
Colombia - UNIAGRARIA
ISSN: 2500-8110**

DIRECTOR

Dr. Álvaro Mauricio Zúñiga Morales
Vicerrector de Investigación

EDITOR

Msc. Nora Milena Roncancio Parra
Coordinadora de Investigación Formativa y
Gestión del Conocimiento

CONSEJO SUPERIOR

Álvaro Zúñiga García - Presidente
Teresa Arévalo Ramírez
Teresa Escobar de Torres
Jorge Orlando Gaitán Arciniegas
Héctor Jairo Guarín Avellaneda
Emiro Martínez Jiménez
Álvaro Ramírez Rubiano

SALA GENERAL

Rector

Jorge Orlando Gaitán Arciniegas

Vicerrector de Formación

Pedro Pablo Martínez Mendez

Vicerrectora de Extensión

Claudia Patricia Toro Ramírez

Vicerrector Financiero

Iván Alejandro Ramírez Bermúdez

Secretario General

Jhon Jairo Guarín Rivera

COMITÉ EDITORIAL

Dra. Raquel Conto López
Ing. Nidia Casas Forero
Ing. Ricardo Monroy Vargas
Ing. José Salamanca López
Dr. Jorge Atuesta Bustos
Dr. Alberto Bernal Duplat
Dr. Juan Carlos Ruiz Urquijo
Ing. Andrés Polo Roa
Ing. Andrés Felipe Sánchez Cristo
Ing. Aníbal Mauricio Sierra Sarmiento
Dr. Pedro Pablo Martínez Padua
Dr. Giovanni Andrés Mongui Cortés
Ing. Nelson Vargas Ortiz
Dra. Edith Patricia Sánchez Quiñones
Ing. Dairo Steven Muñoz Pinzón
Ing. Abraham de Jesús González
Dr. Diomedes Gómez Paternina
Dra. Lia Buitrago Quiroga
Dr. Jimmy Rivera Villamil

Diseñadora

Gladys Carolina Chavez Caballero

Corrección de estilo

Diana Carolina Sánchez

ISSN: 2500-8110

Vol. I No. I.

Enero - Diciembre 2015

2016 Fundación Universitaria Agraria de
Colombia -UNIAGRARIA
Bogotá D.C - Colombia

**Concepto Gráfico, Diseño, Composición e
Impresión**

Entrelibros e-book solutions

www.entrelibros.co



Cuadernos de Semilleros de Investigación by Universidad Agraria de Colombia –Uniagraria is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercialCompartirIgual 3.0 Unported License.

La publicación 'Cuadernos de Semilleros de Investigación' es producto de de la Universidad Agraria de Colombia -Uniagraria- impreso bajo el ISSN: XXXX, en idioma español. Es un producto editorial protegido por el Copyright © y cuenta con una política de acceso abierto para su consulta, sus condiciones de uso y distribución están definidas por el licenciamiento Creative Commons (CC).

ÍNDICE

Presentación	5
Editorial	6
Alimentos lácteos funcionales a partir de jengibre (<i>Zingiber Officinale</i>) Functional dairy foods from ginger (<i>Zingiber Officinale</i>) Agudelo, A.G. / Montero, D.X./ Rodríguez, J. A. / Fuentes, G.P. Fundación Universitaria Agraria de Colombia	7
Caracterización de bacterias con potencial para la promoción del crecimiento vegetal en plántulas de hortalizas Characterization of bacteria with potential for plant growth promotion in vegetable seedlings Castelblanco, A.N. / Lozano, L.C. Universidad de la Salle	17
Ejecución presupuestal en el plan ambiental en el municipio de Leticia – Amazonas, periodo 2009 – 2013 Budget execution in the environmental plan in the municipality of Leticia – Amazon, period 2009 -2013 Rodríguez, A.A. / Palacios, C.I Universidad Militar Nueva Granada	25
Extracción y comparación del aceite esencial de eucalipto (<i>eucalyptus</i>) obtenido por medio del proceso de hidro-distilación e hidro-distilación asistida por microondas Extraction and comparison of essential oil eucalyptus (<i>eucalyptus</i>) obtained by you through the process of hydro-distillation and assisted hydro-distillation microwave Quintero E. / Rojas G / Ariza G. Fundación Universitaria Agraria de Colombia	39
Extracción colorante a partir de flor de jamaica (<i>hibiscus sabdariffa</i>) para uso en la industria textil León Peraza, P.A / Rodríguez Cruz, J.L. / Parra Rodríguez, J. F. / Perdomo Cabrejo J. M. Fundación Universitaria Agraria de Colombia	47

PRESENTACIÓN

Es motivo de profunda satisfacción presentar a la comunidad académica este primer número de los Cuadernos de Semilleros de Investigación de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia (Uniagraria) que evidencia el trabajo dedicado, disciplinado y constante de estudiantes y docentes al interior de la red de semilleros de investigación Uniagraria.

Desde su nacimiento en el país (Universidad de Antioquia 1996) los semilleros de investigación constituyen una afortunada estrategia de generación de cultura científica y ésta publicación permite evidenciar la calidad de la investigación formativa de Uniagraria.

El primer número de Cuadernos de Semilleros de Investigación presenta importantes aportes de autores institucionales, pero también de otras instituciones de educación superior colombianas.

El lector encontrará artículos de alta calidad relacionados con las líneas de investigación de Uniagraria: Desarrollo rural y regional sostenible, medio ambiente y sociedad y emprendimiento e innovación. Deseo que disfruten la lectura de cuadernos de semilleros de investigación, la cual será una publicación seriada anual que aspira a contribuir al fomento de la formación en investigación de los futuros investigadores.

Alvaro Mauricio Zúñiga Morales
Vicerrector de Investigación
Fundación Universitaria Agraria de Colombia

EDITORIAL

CUADERNOS DE SEMILLEROS, UN ESPACIO PARA LA INVESTIGACIÓN FORMATIVA

Cuadernos de Semilleros de investigación es una publicación que nace a partir del acuerdo No. 334 del 21 de febrero de 2006, cuyo objetivo está orientado a divulgar experiencias de investigación formativa, que permitan a estudiantes y docentes que le apuestan a la generación del conocimiento, poder compartir con la comunidad académica sus hallazgos y reflexiones en torno a las líneas de investigación que orientan el que hacer investigativo de Uniagraria. La investigación formativa, le apuesta a favorecer los escenarios que promuevan el aprendizaje de la investigación y el desarrollo del espíritu científico en estudiantes y docentes, enlazándose con el enfoque de Restrepo (2003), donde en el caso de la investigación formativa, recae sobre la función de familiarizar al estudiante con la naturaleza, fases y métodos de la investigación científica, a través de prácticas pedagógicas investigativas como el seminario alemán, el aprendizaje basado en problemas, el estudio de casos, el método de proyectos y el trabajo de grado.

Dentro de las estrategias de la Investigación Formativa en UNIAGRARIA, se implementan los Semilleros de Investigación, el programa de jóvenes investigadores y el proceso de opciones de Grado, además de las unidades académicas propias de la investigación, las cuales son transversales en

los planes de estudio. Con ellas, se busca que los estudiantes involucren el lenguaje de la investigación en su formación y en su proyecto de vida, como se manifiesta en los Semilleros de Investigación, que actúa como estrategia mediadora, permitiendo que el Currículo trabaje como un sistema, hacia el acercamiento al escenario de la investigación científica y tecnológica, donde a través del acompañamiento de un tutor durante cinco niveles de formación, se logra concretar productos de investigación que impactan a la comunidad. Actualmente, la Red Institucional de Semilleros Red-UNIAGRARIA, cuenta con 19 Semilleros de los diferentes programas y Departamentos y más de 92 estudiantes inscritos, esperando que este número crezca en la medida en que se afianza la estrategia.

Cuadernos de Semilleros de investigación, es precisamente un medio de divulgación de la actividad investigativa de los Semilleros y en general de toda la comunidad académica, comprometida con la formación investigativa, es así como en su primer número se presentan artículos derivados de proyectos de investigación de Semilleros, donde no solo se comparte el conocimiento de los estudiantes Uniagraristas, sino también se cuenta con invitados externos que permiten proyectar el trabajo en red, posible con las alianzas interinstitucionales.

Es una oportunidad hacia el fortalecimiento de la cultura investigativa, institucional y regional.

Nora Milena Roncancio Parra

Coordinadora de Investigación Formativa y Gestión del Conocimiento
Vicerrectoría de Investigación
Fundación Universitaria Agraria de Colombia

ALIMENTOS LÁCTEOS FUNCIONALES A PARTIR DE JENGIBRE (*Zingiber Officinale*) FUNCTIONAL DAIRY FOODS FROM GINGER (*Zingiber Officinale*)

Agudelo, A.G.; Montero, D.X.; Rodríguez, J.A.¹
Fuentes, G.²

Resumen

Teniendo presentes las propiedades medicinales del Jengibre se elaboró un producto alimenticio que además de las características del yogurt, representa ciertas ventajas para la salud como: el alivio gastrointestinal, propiedades analgésicas, antiinflamatorias y disminución de migrañas. Esto, gracias a los metabolitos presentes en la planta, como los *gingeroles*, los *shogaoles*, los *zingiberenos* y los *sesquiterpenos*.

Como proyecto de investigación científico formativo se emplearon técnicas de laboratorio específicas para la extracción de metabolitos y la identificación de los grupos funcionales que estos contienen, así como técnicas específicas en la elaboración de yogures. Adicionalmente se realizó una prueba sensorial, la cual permitió identificar cuál es la concentración de jengibre aceptada por el consumidor.

De lo anterior se puede concluir que este producto alimenticio preparado, además de

ser agradable para el consumidor; presenta ventajas para el cuidado de la salud.

Palabras claves: extracción, grupos funcionales, jengibre y yogurt.

Abstract

Knowing that Ginger is a medicinal plant and from its properties it provides many health benefits, was a food product that contains several additional benefits which include gastrointestinal relief, in addition to the features of the yogurt analgesic, anti-inflammatory properties and reduction of migraines; this happens thanks to the metabolites present in the as the gingerols, the *shogaoles*, the *zingiberene* and sesquiterpene.

As training scientific research project, used specific laboratory techniques for the extraction of metabolites and the identification of the functional groups that they contain, in addition to the techniques in the production of yoghurt.

¹ Estudiantes del Programa de Ingeniería de Alimentos. Semillero de Investigación en Producción Eficiente en el Sector Agroalimentario - PROEFAL y Semillero de Investigación en Fitoquímica y colorantes ambientales de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia – Uniagraria. Bogotá, Colombia. Cuarto Semestre. agudelo.andrea@uniagraria.edu.co, montero.daisy@uniagraria.edu.co, rodriguez.jennyfer@uniagraria.edu.co

² Licenciada en Química de la UPN, Especialista en Análisis Químico Instrumental de la PUJ y Magister en Docencia de la Química de la UPN de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia – Uniagraria. Docente de tiempo completo en el Departamento de Ciencias Básicas. Bogotá, Colombia. fuentes.giovanna@uniagraria.edu.co

Additionally was made a sensorial test to identify the optimal concentration accepted by consumer. The above it can be concluded that this foodstuff prepared, as well as being nice to the

consumer, has advantages for health care.

Keywords: extraction, functional groups, ginger, yogurt.

INTRODUCCIÓN

El día de hoy, la tendencia de los consumidores es la preferencia de alimentos orgánicos, dado a las alertas que han generado muchos de los aditivos que se emplean en la fabricación de productos, a nivel masivo. Esta realidad demanda alimentos sanos que además de nutrir sirvan como complemento dietario y medicinal.

En este sentido, se considera al jengibre (*zingiber officinale*), una planta que cumple con algunas de las características preferidas por consumidores interesados en cuidar su salud. Entre algunos aspectos a mencionar además de los que presenta el yogurt, están las ventajas digestivas, antiinflamatorias y reductoras de migrañas que posee la planta en mención. A esto se suma el sabor picante y dulzón propio del jengibre que se ha empleado tradicionalmente como condimento.

Es por ello, que se persigue como objetivo general la elaboración de un yogurt de piña, a partir del jengibre para saborizarlo, de manera que se pueda hacer uso de sus beneficios como planta medicinal. Los objetivos específicos en este estudio son:

- Diseñar y aplicar una encuesta de análisis sensorial a cierta población, en este caso estudiantes de la Universidad Agraria, en la que evaluará las preferencias en la concentración de jengibre presente en las tres diferentes muestras que se darán a probar y así seleccionar la de mayor aceptación por los evaluadores.
- Determinar por medio de un balance de masa, el rendimiento del producto

y su rentabilidad para su posible comercialización, teniendo en cuenta que es un producto funcional y orgánico.

- Identificar si el producto cuenta con las propiedades medicinales que aporta el jengibre (*zingiber officinale*) y ofrece el contenido nutricional, propio del yogurt.

REFERENTES TEÓRICOS

‘El jengibre es una planta herbácea que pertenece a la clase de las *monocotyledoneas*, al orden de las *zingiberales*, a la familia *zingiberaceae* al género *zingiber* y a la especie *officinale*. Por ello el nombre científico de *zingiber officinale*’. (Morales, 2007). Sus raíces anchas enteras o divididas son empleadas comúnmente como condimento alimentario dado a su sabor picante.

Según Flores et al (2008), el jengibre presenta *sesquiterpenos*, *zingeberanos* y *gingeroles* de manera predominante. Estas estructuras son las responsables de las propiedades antibióticas, antimicrobianas, antivirales y su aroma característico, entre otros.

El balance de materia es un método matemático que se basa en la Ley de Conservación de la materia que indica que, la materia ni se crea ni se destruye solo se transforma y establece así que la masa de un sistema cerrado permanece siempre constante. ‘La masa que entra en un sistema debe salir del sistema o acumularse dentro de él’. (G. Calleja Pardo, F 1999). En este estudio se emplea un balance de masa para verificar si es o no rentable el proceso industrial en la elaboración del yogurt.

Por otro lado, el análisis sensorial es una disciplina útil para conocer las propiedades organolépticas de un alimento en especial. Así fue preciso llevarlo a cabo para evaluar el yogurt preparado, estableciendo un criterio de calidad y aceptabilidad del producto, ya que si se espera comercializar el alimento debe cumplir con unos requisitos mínimos de higiene, inocuidad y calidad.

Así mismo, dentro de los aspectos a estudiar se habla de aroma, el que se refiere a la percepción de las sustancias olorosas y aromáticas de un alimento después de haberse puesto en la boca; el sabor que es lo que diferencia un alimento de otro, ya que si se prueba un alimento se puede juzgar si es dulce, salado, amargo o ácido; la textura, propiedad apreciada por los sentidos del tacto, la vista y el oído. Esta se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación y finalmente el color que llega a ser tan sugestivo que puede confundir el gusto. 'Hay que pensar en ciertos alimentos y bebidas para asociar color con sabor'. (Roland. P 2002).

Estas características serán evaluadas a través de instrumentos estandarizados como encuestas, en las que se sometió a una población particular a una o varias muestras del producto para que emitiera su juicio de carácter cuantitativo. Esta población podía estar entrenada, para lo cual se requerirá de un total de 12 panelistas. Para la población no entrenada fue necesario contar con más de 40 panelistas.

Es así como en la prueba realizada se le preguntó a cada panelista, de un total de 250 acerca de los criterios mencionados,

de modo que los puntuara desde me gustó con valor de 5, hasta no me gustó con un valor de 1. El análisis de los datos obtenidos requirió de un procesamiento estadístico para verificar cuál de las tres concentraciones de jengibre expuestas era la más aceptada.

METODOLOGÍA

En el marco del proyecto de investigación liderado por el Departamento de Ciencias Básicas, denominado "Análisis EtnoBotánico de las Platas Medicinales Usadas en el Tratamiento de Enfermedades Frecuentes en la Comunidad Uniagraria" se inscribe este estudio en el que se emplean técnicas de obtención de datos de carácter cualitativo y cuantitativo.

En primer lugar, se indagó por los grupos funcionales presentes para contrastar los resultados obtenidos con las estructuras de los metabolitos reportados desde la literatura. Para ello a la planta objeto de investigación formativa, se le realizó una extracción por destilación por arrastre de vapor de agua, por maceración etanólica y etérea, siendo la primera técnica la que permitió la identificación de grupos funcionales.

En segundo lugar, se creó un producto alimenticio, en este caso el yogurt con jengibre (*zingiber officinale*), con el que se consideró se potenciaban las propiedades medicinales del jengibre, un producto innovador y funcional que atiende las nuevas tendencias del mercado.

Finalmente, en cuanto a la encuesta de análisis sensorial, la siguiente tabla muestra los criterios de evaluación que debió realizar cada persona que degustaba las

tres muestras. Se enumeraron cada una de estas con números al azar, con el fin de que los estudiantes no asumieran que entre más grande el número, mayor fuese la concentración del jengibre. Los números de 1 a 5 son las puntuaciones que califican uno a uno los aspectos enlistados así: me gusta (5), me gusta un poco (4), no me gusta pero tampoco me disgusta (3), no me gusta poco (2), no me gusta (1). De igual manera se dio la opción de escribir observaciones, las que posteriormente se tuvieron en cuenta para realizar el yogurt de jengibre con piña, el producto final.

Tabla 1. Modelo de muestra para análisis sensorial

Aspecto	1	2	3	4	5
Aroma					
Color					
Sabor					
Textura					
Apariencia					

Fuente: autores

RESULTADOS

Como se mencionó anteriormente, el extracto que presentó menores interferencias a la hora de aplicar pruebas de identificación de grupos funcionales fue la de destilación por arrastre con vapor de agua, ya que se obtiene un líquido viscoso, incoloro con aroma propio del jengibre. 'Los sesquiterpenos y zingiberenos tienen una concentración cercana al 30%' (Agudelo, Montero, 2015). 'Con estas pruebas se hallaron terpenos por la

presencia de alquenos, *gingeroles* y *shagaoles* por la presencia del grupo carbonilo en su forma cetónica e hidroxilo, característicos de estos metabolitos'. (Agudelo, Montero, 2015)

De esta manera, se puede decir que el yogurt de piña con jengibre (*zingiber officinale*) presenta los beneficios de la planta medicinal como: el alivio a fuertes dolores menstruales en las mujeres, propiedades analgésicas, antiinflamatorias y otras ventajas frente a los problemas gastrointestinales. Sin embargo, según lo reportan algunos estudios preliminares, 'es mejor que las mujeres en estado de gestación no lo consuman frecuentemente por sus propiedades abortivas'. (Agudelo, Montero, 2015), (Flores et al, 2008).

Por otro lado, la encuesta aplicada, frente a la pregunta ¿Cuál es la muestra de yogurt de piña con la adecuada cantidad de jengibre que usted prefiere?, arroja los siguientes resultados resumidos en los gráficos del 1- 4.



Gráfico 1. Muestra con mayor concentración de jengibre.

Fuente: Autores

Este gráfico muestra que para la muestra de mayor concentración de jengibre, el sabor y la textura son los ítems que menor satisfacción presentan. Situación tal vez se deba a que el picante característico no es comestible para la mayoría de los panelistas, lo que además impide la determinación de la textura del yogurt dentro de la boca.



Gráfico 2. Muestra con concentración intermedia de jengibre.

Fuente:Autores

De manera opuesta al gráfico anterior, en este se puede inferir que la concentración de jengibre, de valor intermedio entre las tres muestras presentadas, es de mayor agrado, por su alta puntuación en todos los aspectos evaluados. Cabe resaltar que la baja puntuación en la textura, se debe al gran tamaño de los trozos de piña incorporados y no a la planta objeto de estudio. A pesar de esto, se considera la muestra 4803 aprobada por la comunidad uniagraria para la divulgación del producto desarrollado en este proyecto de investigación.



Gráfico 3. Muestra con menor concentración de jengibre.

Fuente:Autores

Finalmente, la muestra con la menor concentración de jengibre, tuvo bajas puntuaciones, dada la dificultad en la identificación del sabor propio de esta planta, pues se presume estaba enmascarado por el sabor de la piña que el yogurt presenta, según se anotó en las observaciones dentro de la encuesta.



Gráfico 4. Evaluación general del yogurt

Fuente:Autores

En los gráficos (4) y (5), puede verse que independientemente de la concentración de jengibre en el yogurt, tiene una alta aceptación, especialmente en aspectos como el sabor y el color. De ahí se puede deducir que el producto desarrollado en esta investigación cumple con las demandas de calidad que satisface en alta medida al consumidor uniagrarista, y que es un producto con altas probabilidades de éxito en el mercado.



Gráfico 5. Aceptabilidad del yogurt.

Fuente: Autores

Adicionalmente en el gráfico (5), ordenado de izquierda a derecha, se ven las muestras, desde la mayor concentración hasta la menor, identificadas por colores azul, naranja y morado. Se puede observar que la muestra de color naranja, de concentración intermedia es la que presenta mayor aceptación, puesto que presenta un balance de sabores, tanto de la piña como de jengibre, generando un sabor agradable. De igual manera, cabe anotar que los comentarios más influyentes

fueron relativos al tamaño de los trozos de piña y a disminuir un poco el dulce del yogurt. Sin embargo estas reacciones son completamente naturales, pues tanto el sabor del endulzante como la planta medicinal utilizada (jengibre) son fuertes para el gusto de las personas.

En cuanto a las pruebas sensoriales del yogurt, en la encuesta, los comentarios permiten afirmar la existencia de un equilibrio entre lo picante, que lo aportan 'los gingeroles' (Acuña, Torres, 2010), y la parte dulce, extraída de la piña. Así da como resultado un sabor agradable para el consumidor.

Para llegar a este equilibrio fue necesario ajustar la cantidad de jengibre adicionado, con una proporción de 8 g/L de leche, la concentración empleada en la muestra 4803, del gráfico (2).

Por otro lado se realizó un balance de materia para determinar si es o no rentable el proceso que se llevó a cabo cuantificando las pérdidas o ganancias del producto elaborado, como se puede evidenciar en el gráfico 6 que se encuentra en el anexo No 1. De ahí se puede afirmar que el proceso de elaboración del yogurt fue rentable, ya que se obtuvo una ganancia del producto al final de aproximadamente 3000 ml. Además al yogurt natural se le adicionó una mezcla de dulce de piña, con el fin de equilibrar sabores al momento de ser consumido.

Adicionalmente, la muestra final se dividió en 3 partes iguales para incorporar 3 concentraciones diferentes de jengibre y así llevar a cabo el análisis sensorial. Del gráfico (7) del anexo No 2, se puede ver que la muestra que generó una mayor ganancia

de volumen fue la muestra 3, ya que era la de mayor concentración.

CONCLUSIONES

Siendo el análisis sensorial un instrumento para evaluar e interpretar algunos atributos de un producto, en este caso el yogurt de piña con jengibre, percibido a través de sus propiedades organolépticas, se obtuvieron resultados que permiten evidenciar que la comunidad Uniagraria prefiere un yogurt con concentración de jengibre intermedia y que corresponde a 8g/L de leche, sin dejar atrás el dulce de piña que para los panelistas ofrecía un equilibrio de sabores dulce y picante, propio del jengibre.

Estos sabores característicos son aportados por estructuras químicas denominadas *sesquiterpenos*, *gingeroles* y *zingiberenos*, extraídos fácilmente de sustancias igualmente polares como el agua. Cabe aclarar que la leche es un alimento que contiene un 88% de agua, lo que permite la extracción de estos *metabolitos* secundarios.

El producto alimenticio presenta una serie de beneficios para el consumidor como el alivio antiinflamatorio, la reducción de los dolores menstruales y el malestar gastrointestinal, además de aportar una cantidad de fibra dietética a la alimentación de los individuos que lo consumen, junto con los beneficios tradicionales del yogurt. Es importante resaltar que por medio del balance de masa realizado se concluye que el producto cuenta con una alta rentabilidad, debido a que al final del proceso se obtiene un mayor aprovechamiento de la materia prima que se requiere para el proceso de elaboración. Por esto se puede decir que la estrategia de comercialización es una opción, pues cumple con los beneficios que

demanda el consumidor y el rendimiento en su proceso de elaboración.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acuña, O; Torres, A. (2010). Aprovechamiento de las propiedades funcionales del jengibre (*zingiber officinale*) en la elaboración de condimentos en polvo, infusión filtrante y aromatizante para quema directa. En: Revista politécnica. Vol 29 (1). Pp 60-69. [En línea]: [http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4343/1/RP-No.29\(8\).pdf](http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4343/1/RP-No.29(8).pdf). Consultado 28 de mayo de 2015.
- Agudelo, A; Montero, D. (2015). Yogurt de jengibre (*zingiber officinale*) con piña. Un alimento con propiedades medicinales. Als' Quest. Colegio Abraham Lincoln. Volumen cinco, páginas 116-119. Consultado el 3 de diciembre de 2015.
- Alonso, I (2009). Propiedades del Jengibre. [en línea]; Disponible en: <http://www.webconsultas.com/belleza-y-bienestar/plantas-medicinales/jengibre-12878> consultado el 15 de mayo de 2015.
- Calleja Pardo, G. (1999), García Herruzo, F., de Lucas Martínez, A., Prats Rico, D., Rodríguez Maroto, J. M. Introducción a la ingeniería Química. Síntesis, Madrid, 1999. [En línea]: http://www.academia.edu/10431340/BALANCE_DE_MATERIA_Y_ENERGIA. Consultado el 3 de diciembre de 2015.
- Flores, E; Prieto, A; De los Rios, E; Ruiz, S. (2008). Estudio Farmacognóstico y Fitoquímico del Rizoma de *Zingiber officinale* Roscoe "Jengibre" de la ciudad de Chanchamayo-Región

- Junín, Perú. En: Revista de Medicina Vallejana. Vol 5 No 1. [En línea]: <http://revistas.concytec.gob.pe/pdf/rmv/v5n1/a07v5n1.pdf> . Consultado 28 de Mayo de 2015.
- Morales, A. (2007). El Cultivo del Jengibre. Ministerio de Agricultura y Ganadería. República de Costa Rica, MAG. [En Línea]: http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/manual-jengibre-pz.pdf. Consultado 27 de Mayo de 2015.
- Ringuelet, J; VIÑA, S. (2013). Productos Naturales Vegetales. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de la Plata. Editorial Universidad Nacional de la Plata. Primera Edición. Buenos Aires , Argentina.
- Roland P. Carpenter; David H. Lyon. Análisis Sensorial en el Desarrollo y Control de la Calidad de Alimentos (2002). Editorial Acribia, páginas 19 - 25.

ANEXO I

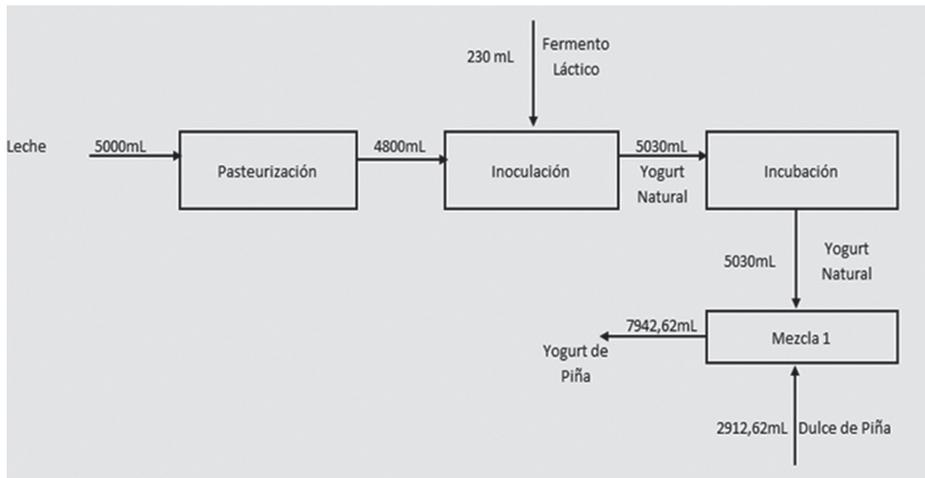


Gráfico 1. Balance de materia del yogurt de piña

Fuente: Autores

ANEXO 2

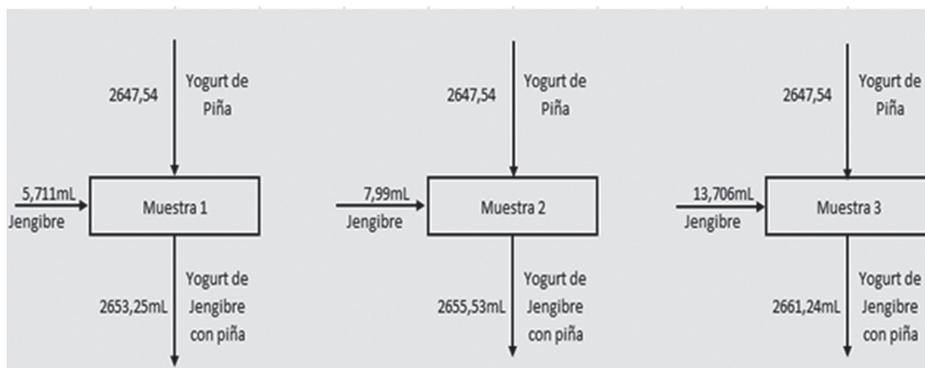


Gráfico 2. Balance de materia del yogurt de jengibre con piña.

Fuente: Autores

CARACTERIZACIÓN DE BACTERIAS CON POTENCIAL PARA LA PROMOCIÓN DEL CRECIMIENTO VEGETAL EN PLÁNTULAS DE HORTALIZAS

CHARACTERIZATION OF BACTERIA WITH POTENTIAL FOR PLANT GROWTH PROMOTION IN VEGETABLE SEEDLINGS

Castelblanco, A.N.¹
Lozano, L.C.²

Resumen

Con el uso constante de fertilizantes químicos en la actividad agrícola se han producido algunos problemas de contaminación, daños en la salud humana, deterioro de suelos y pérdida de la biota microbiana que se encuentran en la tierra.

De ese modo, las bacterias promotoras del crecimiento vegetal son una vía para el desarrollo de biofertilizantes, debido a que presentan características como la fijación simbiótica de nitrógeno y la solubilización de fósforo. Por lo tanto logran disminuir el consumo de fertilizantes químicos y contribuyen al manejo sustentable de la producción agrícola, mejorando la calidad del suelo y el ciclo de nutrientes.

Por lo anterior, el objetivo de este estudio es caracterizar las bacterias promotoras del crecimiento vegetal aisladas en la finca La Loma Verde Santa Lucía, ubicada en Guasca Cundinamarca y determinar cuál es su influencia en el desarrollo de lechuga y acelga hasta estado de plántula. Para ello, las

bacterias aisladas que presenten la propiedad de fijar nitrógeno atmosférico y solubilizar fosfatos serán inoculadas en semillas de *lactuca sativa* (lechuga) y *beta vulgaris* (acelga) para evaluar el desarrollo de las plántulas. Se espera entonces que las bacterias aisladas y caracterizadas promuevan el crecimiento vegetal de estas dos hortalizas, para que en un futuro se pueda incentivar el uso de dichas bacterias en técnicas de producción de cultivos en Guasca, Cundinamarca.

Palabras claves: hortalizas, rizobacterias, biofertilizantes.

Abstract

Promoting bacteria plant growth, they are a way for the development of bio-fertilizers because they have characteristics as symbiotic nitrogen fixation and phosphate solubilization, decreasing the consumption of chemical fertilizers therefore can contribute to the sustainable management of production agriculture, improve soil quality and nutrient cycling by microbial action. The agricultural activity with

¹ Semillerista del programa de Biología. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. acastelblanco03@unisalle.edu.co

² Microbióloga, PhD. Profesora asociada. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.

constant use of chemical fertilizers has brought pollution problems, damage to human health, damage and loss of soil microbial biota found there. The use of bacteria with potential plant growth represent an alternative use to replace chemicals and help plant growth .For above the goal of this study it is to characterize the plant growth promoting bacteria isolated in the La Loma Verde Santa Lucia in Cundinamarca, Guasca and determine their influence on the development of lettuce and spinach until seedling stage.

For this purpose, the isolated bacteria that exhibit the property of fixing atmospheric nitrogen and solubilization of phosphates will be inoculated in the seeds of lactuca sativa (lettuce) and beta vulgaris (beet) to assess the development of seedlings. Waiting resulting bacteria isolated and characterized promote plant growth of these two vegetables so that the future can encourage the use of these bacteria in techniques in crop production in Cundinamarca, Guasca.

Keywords: Vegetables, PGPB, Biofertilizers.

I. INTRODUCCIÓN

El aumento de la producción agrícola y el comercio exitoso de las hortalizas ha requerido de la adición de fertilizantes químicos para garantizar el crecimiento, el desarrollo vegetal y la productividad del cultivo. Esto debido al deterioro del suelo, pérdida de la biodiversidad, la agilidad en la venta y consumo de los productos agrarios (Portnov, Safriel 2004, Sáenz, 2006). Sin embargo, un 50% de los fertilizantes químicos aplicados son tomados por la planta, mientras que el restante queda en el suelo y son lixiviados a cuerpos de agua, causando así pérdidas económicas y contaminación ambiental (Saikia y Vanita, 2007).

La urea es uno de los fertilizantes nitrogenados más utilizados en la zona del municipio de Guasca, Cundinamarca. Se obtiene por medio de la combinación del dióxido de carbono con el amoníaco. Otro fertilizante utilizado es el triple 15 que permite tener una fuente óptima de los tres macro nutrientes primarios: N-P-K, mientras que el 10-30-0 presenta una proporción de contenidos de nitrógeno y fósforo N-P (Vega, 1985).

El uso de estos fertilizantes químicos y otros agroquímicos han impactado la salud de los seres humanos (Castañeda, 1995), pues son causantes de algunas enfermedades en los sistemas respiratorio, inmunitario y endocrino, además de ser causantes de daños cerebrales; en el sistema nervioso y en el hígado. Producen también defectos de nacimiento y esterilidad causados por el contacto o inhalación. (Mctainsh 1986; Ortega-Rubio et al. 1998; Wang et al. 2004).

Así mismo, dichos fertilizantes ejercen efectos nocivos en las aguas superficiales y subterráneas, en el suelo y el subsuelo; en la flora y fauna. Por ejemplo causan daños en las plantas ocasionando que se reduzca su crecimiento, generan pérdida de la coloración natural de sus hojas y flores y reducen la proliferación de frutos. Todo esto conlleva a que la producción de cultivo pierda su atractivo a la hora de comercializarla (Freyre, 1997).

En cuanto a la biota microbiana que se encuentra en el suelo, el uso de los fertilizantes químicos produce un cambio en los ecosistemas, modificando las poblaciones microbianas que en su mayoría presentan una asociación con la planta ayudándole en su crecimiento y desarrollo (Echegaray A, 1995).

Dadas las consecuencias del uso de los fertilizantes químicos, el desarrollo de la producción agrícola de la mano de la biotecnología, ha generado nuevas prácticas que mejoran la estructura y la calidad del suelo. Técnicas asociadas al rendimiento de la producción de cultivos basados en la biota microbiana que tiene el suelo y la planta (Faz, 1991). Las líneas de investigación llevan a analizar la biodiversidad de algunos microorganismos y se encuentran asociadas con el ciclo de nutrientes del suelo y la acción de las bacterias promotoras del crecimiento vegetal (Vega 1985). Así mismo, las poblaciones de artrópodos y anélidos ayudan a la degradación de materia orgánica y mantenimiento del suelo estable. Todo lo anterior pretende mejorar las condiciones necesarias para la producción agrícola y dejar atrás el uso excesivo de insumos químicos. (Richardson, 2009).

Por su parte, las bacterias promotoras del crecimiento vegetal tienen la capacidad de estimular directamente el desarrollo de las plantas, a través de diferentes mecanismos como la fijación biológica de nitrógeno atmosférico. También pueden producir sustancias reguladoras de su crecimiento, incrementar el volumen de la raíz, tallo y otros órganos como flores y hojas (Arshad y Frankenberger, 1998). Las bacterias ayudan además a solubilizar minerales como el fosfato e inhiben el crecimiento de patógenos en el suelo que afectan las plantas (Utkhede et al., 1999) y presentan interacción sinérgica con otros microorganismos del suelo (Bashan et al., 1996).

Las hortalizas en la producción agrícola presentan un alto nivel de consumo en la canasta familiar colombiana. En los últimos tiempos se han visto beneficiadas en los nuevos sistemas de agricultura orgánica como medio para proveer un mejor alimento y un mejor producto al consumidor (Payne, 1997). Este hecho facilita la biodiversidad del suelo, lo cual ayuda a mantener el equilibrio del agro ecosistema (Ingham, 1997). Los productos como la lechuga, acelga, perejil, remolacha, repollo y zanahoria se producen en nuestro país a gran escala, ya que son productos de consumo de la canasta familiar.

Así, cada día se incrementa el empleo de microorganismos fijadores de nitrógeno simbióticos y que a la vez son productores de sustancias promotoras de crecimiento vegetal como inoculantes; las bacterias del género *azotobacter* han demostrado un aumento significativo en el rendimiento de los cultivos de leguminosas y hortalizas, lo cual permite el ahorro de fertilizantes minerales y la contribución con la

preservación del medio ambiente (Singh, 2003).

Por lo anterior, el objetivo de este estudio es:

Caracterizar las bacterias promotoras del crecimiento vegetal aisladas en la finca La Loma Verde Santa Lucía en Guasca, Cundinamarca y determinar su influencia en el desarrollo de lechuga y acelga hasta estado de plántula.

METODOLOGÍA

Lugar de muestreo

El estudio se realizó en el municipio de Guasca, Cundinamarca, en la finca La Loma, vereda Santa Lucía. La zona cuenta con una temperatura media de 13°C. En una parte de la finca se realizan actividades de producción y comercialización de plantas ornamentales y en la otra, donde se llevó cabo el muestreo de suelo, no se realizan actividades productivas, es decir no se llevan a cabo prácticas agrícolas. De ese modo, se encuentra ocupado con cultivos de especies gramíneas, leguminosas y asteráceas.

Muestreo del suelo

Se realizó la extracción de 5 de suelo a una profundidad de 5 cm. en un área de 60 m². El muestreo se ejecutó en forma de zigzag, según la metodología de Martyniuk, (2002) y Tejera (2005).

Las muestras compuestas tomadas se empacaron en bolsas plásticas, con cierre hermético. Posteriormente se almacenaron y transportaron en neveras de icopor a temperatura ambiente (Torres, 2000).

Procesamiento de las muestras y aislamiento primario de bacterias

Una vez en el laboratorio, las muestras se dividieron en sub-muestras, para su análisis fisicoquímico y microbiológico.

Para aislar las bacterias de las muestras tomadas en la finca La Loma, se pesó 1 gr de suelo y se adicionó a un tubo de ensayo con 9 mm de agua destilada estéril y se realizaron diluciones seriadas para sembrar en cajas de Petri con agar ashby. Los cultivos se incubaron a 30° C por 5 días.

Aislamiento secundario de las bacterias

Se realizó el aislamiento secundario, a partir de las colonias obtenidas en el aislamiento primario. Para ello se realizó una siembra por agotamiento de las colonias en *agar ashby* y se incubaron durante 5 días a 30°C. Posteriormente se determinó la morfología macroscópicas de las colonias y microscópicas de las células (Tejera, 2005).

Conservación de los aislamientos

A Partir de las cepas aisladas y evaluadas, se realizarán cultivos en agar nutritivo y se incubaran a 30°C por 2 días.

Los cultivos se depositaran en tubos estériles de Eppendorf de 1.5 ml con un 10% v/v de glicerol y se congelara a -70° (C) para pruebas posteriores (Aquilantil L, 2004; Poutou R 1994).

Determinación de bacterias solubilizadoras de fosfato

Para la determinación de las bacterias que solubilizan fosfatos se sembrarán las colonias de las cepas ya almacenadas y

caracterizadas por morfología microscópica, en cajas de petri en un medio de SRS, el cual contiene sales de fosfato de calcio y púrpura de bromocresol como indicador de PH. Se encubarán 5 días a 30° (C) y se seleccionaran las colonias de bacterianas que crecieron acidificando el medio de cultivo y formando un halo transparente alrededor de la colonia, indicando la actividad solubilizadora. La prueba se realizará por triplicada de cada uno de los aislamientos secundarios realizados, escogiendo las cepas que mayor diámetro presenten en los halos y en la solubilización del fosfato (Rigde E, Rovira A, 1971).

Bioensayos para la estimación del crecimiento de las plántulas de lechuga y acelga

Se seleccionarán las cepas que crezcan en medio libre de nitrógeno y que solubilicen fosfatos para ser inoculadas en semillas de lechuga y acelga, determinando la influencia de las bacterias seleccionadas para estimular el crecimiento de las plántulas.

Las semillas certificadas de lechuga y acelga se obtendrán en un establecimiento comercial. Posteriormente serán lavadas y desinfectadas, sumergiéndolas en hipoclorito de sodio al 0,8% y se agitarán de forma constante durante 15 minutos. A continuación se lavarán 3 veces con abundante agua destilada estéril.

En cajas de petri, cada una con papel filtro se pondrán por aparte 10 semillas de lechuga y 10 de acelga, a una distancia de 2 cm entre cada semilla. De manera paralela y como prueba control se probarán las semillas de las mismas especies con el fertilizante químico 10-30 y un control negativo con agua destilada (Madigan et al., 1998).

Para la inoculación de las semillas de lechuga y acelga se cultivarán las bacterias en caldo nutritivo, se centrifugarán y se introducirán en solución salina. Posteriormente se dejarán las semillas, por media hora en la suspensión. Las cajas se dispondrán a temperatura ambiente. Se realizará un control diario de las semillas. Después, las plántulas se trasplantarán a unas cubetas con tierra estéril para el crecimiento. Al cabo de un mes se determinará el área foliar, la longitud de tallo y raíz, peso seco y fresco de la plántulas para ser comparadas con los tratamientos de control y determinar la viabilidad del uso de las bacterias aisladas.

Análisis estadístico

Se realizará un diseño al azar con cuatro repeticiones, con el fin de determinar el factor de eficiencia de las bacterias que presentan las características de solubilizar fosfatos y fijar nitrógeno. Así mismo estas serán comparadas con los controles y finalmente se realizarán pruebas de Tukey al 5% de significancia y así determinar el valor de comparación.

RESULTADOS PRELIMINARES Y DISCUSIÓN

Se tomaron 5 muestras de suelo en La finca Loma verde Santa Lucía en Guasca, Cundinamarca, las cuales fueron procesadas para el aislamiento primario de las bacterias. Después de 5 días de incubación se clasificaron los aislamientos por morfotipos, de acuerdo con la morfología de las colonias que se encontraban en cada caja. En la figura 1 se observa que las muestras 1, 2 y 5 presentan los mayores números de morfotipos de bacterias.

En el primer aislamiento con la siembra de los microorganismos en un medio libre

de nitrógeno (medio *ashby*) se obtuvo una diversidad de bacterias con 29 morfotipos dentro de las 5 muestras tomadas (figura 1). Para el aislamiento secundario se mantuvo el mismo medio, lo cual indica que las bacterias que crecieron presentan la capacidad para fijar nitrógeno (Monteiro, 2008).

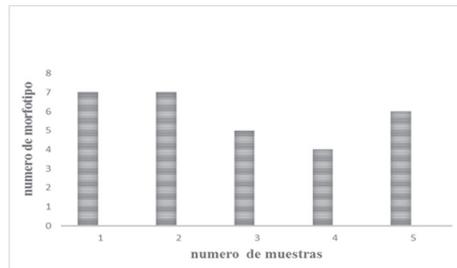


Figura 1. número de morfotipos aislados, tomados a partir de las muestras de suelo, de la finca la Loma verde de Santa Lucía en Guasca, Cundinamarca.

Estos resultados determinan que, dentro de la biota microbiana que poseen las muestras de suelo tomadas en la finca La Loma se pueden encontrar microorganismos, capaces de ayudar en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Döbereiner y Day, 1975).

La zona donde se realizó el aislamiento de las bacterias presentes en el suelo no ha sido utilizada para la producción agrícola. Inicialmente las pruebas para determinar el efecto de las bacterias aislada se realizarán en condiciones de laboratorio. Se espera que en un futuro sea posible producir un cultivo de hortalizas de lechuga y acelga manejadas por medio de biofertilizantes, producidos a partir de las bacterias aisladas y caracterizadas en este estudio, ya que la

zona del municipio de Guasca aún no ha incursionado en el uso de biofertilizantes (Benerjee 1999, Maroni et al. 1999).

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen el apoyo financiero de la empresa Ecoambithoz Ltda. y la colaboración de la finca Loma verde Santa Lucía en Guasca, Cundinamarca para realizar la toma de muestras del suelo. A la Universidad de la Salle por el préstamo de equipos y el material de apoyo de laboratorio para la realización de este proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aquilantil L., Favilli F & Clemeti. F. (2004); A comparison of different strategies for isolation and preliminary identification of *Azobacter* from soil samples. *Biology & Biochemistry*, Vol. 36. 1475 – 1483.
- Arshad, M. y W.T. Frankenberger Jr. (1998). Plant growth regulating substances in the rhizosphere; Microbial production and functions. *Adv. Agron.* 62: 45-151.
- Bashan, Y., G. Holguín y R. Ferrera-Cerrato. (1996). Interacciones entre plantas y microorganismos benéficos II. Bacterias asociativas de la rizosfera. *Terra* 14: 195-210.
- Benerjee, B. D. (1999). The influence of various factors on immune toxicity assessment of pesticide chemical. *Toxicology Letters*. 107:21-31.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Döbereiner, J. y J.M. Day. (1975). Nitrogen fixation in the rhizosphere of tropical grasses. p 39-56. In: Stewart, W.D.P. (ed.). Nitrogen fixation by free-living microorganisms. International Biological Prog. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Echegaray A. (1995). El ciclo del nitrógeno y fases que lo constituyen. pp. 7-35. In: Ferrera-Cerrato, R. y J. Pérez M. (eds.). *Agromicrobiología, elemento útil en la agricultura sustentable*. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México.
- Freyre, E. F. (1997). Sociología rural y sustentabilidad ambiental de la Agricultura: Síntesis de una experiencia docente. *Agroecología y Agricultura sostenible*, Modulo 3, La Habana, p. 2-5.
- Inghan, E. (1997). Life in the soil. Understanding the soil foodweb. Acres U.S.A. January.
- Madigan, M.T. Martinko, J.M. Parker, J. (1998). *Brock Biology of microorganisms*. Prentice Hall. Iberia, Madrid.
- Maroni, M., A. Fait & C. Colosio. (1999). Risk assessment and management of occupational exposure to pesticides. *Toxicology Letters*, 107:145- 153.
- Martyniuk S. (2002) Occurrence of *Azotobacter* Spp in some polish soils. *Polish journal of Environmental Studies* vol 12, p 371- 374.
- Mendez M.O., Neilson J.W., Maier R.M. (2008). Characterization of a bacterial community in an abandoned semiarid lead-zinc mine tailing site. *Appl Environ Microbiol.* 74: 3899-3907.
- Monteiro RA, Schmidt MA, Baura VA, Balsanelli E, Wasseem R, et al. (2008). Early colonization pattern of maize

- (*Zea mays* L. Poales, Poaceae) roots by *Herbaspirillum seropedicae* (Burkholderiales, Oxalobacteraceae). *Genet Mol Biol*, 31: 932–937
- Payne, N. (1997). Encuesta al consumidor urbano de Costa Rica sobre la demanda de productos orgánicos. Sin publicar.
- Portnov Safriel U.N. (2004). Combating desertification in the Negev: dryland agriculture vs dryland urbanization. *J Arid Environ*. 56: 659-680.
- Poutou R; Amador E. & Candelario M, (1994). Banco de Células Primario (BCP) Características y papel en la producción de proteína recombinantes. *Biotecnología Aplicada*, Vol No 1, p 55-59.
- Richardson AE, Barea JM, McNeill AM, Prigent-Combaret C. (2009). Acquisition of phosphorus and nitrogen in the rhizosphere and plant growth promotion by microorganisms. *Plant and Soil* 321:305-339.
- Rigde E, Rovira A, (1971). Phosphatase activitt of intact young wheat roots under sterile and non sterile conditions.
- Sáenz, L, (2006). Nutrición orgánica y tratamiento de desechos biodegradables. En: *Documentotécnico*. <<http://www.engormix>>.
- Saikia, Vanita J, (2007). Biological nitrogen fixation with non-legumes: an achievable target or a dogma. *Current science* 92(3):317-322.
- Singh, R., Singh, D., Tyagi, P. K. (2003). Effect of *Azotobacter*, farmyard manure and nitrogen fertilization on productivity of pearl millet hybrids (*Pennisetum glaucum* (L) r.br) in semi-arid tropical environment. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 49 (1):21-24.
- Sturm, H. Rangel, (1985). *Ecología de los Páramos: Una visión preliminar*. Universidad Nacional de Colombia.
- Tejera N, Iluch, (2005). Isolation and characterization of *Azobacter* and *Azospirillum* stains from the sugarcane rhizosphere. *Plant and Soil*. vol 27, p 223-232.
- Torres M, (2000). Isolation of enterobacteria *Azobactersp* and *pseudomonas sp* Producers of índole 3-acetic acid sideropheres from Colombia. *Rice Rhizosphere. Revista Latinoamericana de Microbiología*. Vol 42, p 171-176.
- Utkhede, R.S., C.A. Koch y J.G. Menzies. (1999). Rhizobacterial growth and yield promotion of cucumber plants inoculated with *Pythium aphanidermatum*. *Can. J. Plant Pathol*. 21: 265-271.
- Vega, S. (1985). *Toxicología I: Evaluación epidemiológica de riesgos causados por agentes químicos ambientales*. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud, OPS, OMS, p 69.
- Velázquez, (2001). Growth promotion of chickpea and barley by a phosphate solubilizing strain of *Mesorhizobium mediterraneum* under growth chamber conditions. *Soil Biol. Biochem*. 33:103-110.

EJECUCIÓN PRESUPUESTAL EN EL PLAN AMBIENTAL EN EL MUNICIPIO DE LETICIA –AMAZONAS, PERIODO 2009 – 2013¹

BUDGET EXECUTION IN THE ENVIRONMENTAL PLAN IN THE MUNICIPALITY OF LETICIA –AMAZON, PERIOD 2009 -2013

Rodríguez, A.M.²
Palacios, C.I.³

Resumen

El presente artículo busca conocer y dar claridad a las partidas dadas en el presupuesto asignado para el Plan Ambiental en el municipio de Leticia para los años 2009-2013, y verificar su ejecución a través del análisis de cada uno de los rubros designados a los programas ambientales establecidos y ejecutados, porque el Estado debe realizar una prudente administración y adopción de mejores políticas y medidas para la protección de los recursos naturales y evitar un indebido aprovechamiento de ellos, como son el fortalecimiento del sector turístico, el Festival de la Confraternidad, las cadenas productivas, recuperación y conservación de áreas especiales, programas ambientales de Corpoamazonía y del Sistema General de Regalías. Para tal efecto, este proyecto toma como punto de partida el Presupuesto General de la Nación para realizar los respectivos análisis, utilizando

una metodología de carácter descriptivo y cuantitativo.

Los resultados muestran que el Plan de Desarrollo Económica Proteccionista y Globalizante debe estar orientado hacia el medio ambiente, por cuanto este involucra a sectores productivos que se relacionan directamente con los recursos naturales, interactuando de forma directa con el medio ambiente, a través de políticas responsables para proteger y renovar adecuadamente los recursos naturales.

Palabras claves: presupuesto público ambiental, región Amazónica, ecología y medio ambiente.

Abstract

This article seeks to understand and give clarity to the items given in the budget for the Environmental Plan for the city of Leticia for the years 2009-2013, and

¹ Artículo de investigación derivado de las primeras etapas del proyecto de iniciación científica PIC DIS 1942 para la vigencia 2015-2, aprobado por la Vicerrectoría de investigaciones de la Universidad Militar Nueva Granada (Cajicá).

² Estudiante de sexto semestre Contaduría Pública, Universidad Militar Nueva Granada. Correo electrónico: d6303378@unimilitar.edu.co

³ Economista, Universidad Externado de Colombia. Estudiante de sexto semestre. Contaduría Pública. Universidad Militar Nueva Granada. Correo electrónico: d6303370@unimilitar.edu.co

check its implementation through the analysis of each of the designated areas with established and implemented environmental programs, because the state must make prudent and better policies and measures for the protection of natural resources and avoid taking of them, such as strengthening tourism sectors, Festival the Confraternidad, production chains, recovery and conservation of special areas, Environmental Programs Corpoamazonía and the General System of Royalties. To this end we rely on the General Budget of the Nation for all our

analysis, using a methodology descriptive and quantitative. The results show that the Plan of Economic Development Globalizing protectionist and should be oriented more towards the environment, since it involves productive sectors which are directly related to natural resources interacting directly shape the environment through responsible policies to protect and renew our natural resources properly.

Keywords: environment public budget, Amazon region, ecology and environment.

INTRODUCCIÓN

Leticia¹ es una ciudad ubicada en el extremo sur de Colombia. Es la capital del departamento del Amazonas. A pesar de estar alejada de los principales centros urbanos del país, sin comunicación por carretera, constituye un nexo comercial importante, sobretodo con Brasil, pues es una ciudad limítrofe sobre el río Amazonas. Actualmente reúne casi el 60% de la población del departamento que en su mayoría son comunidades indígenas.



Imagen 2. Población Indígena Leticia – Amazonas³



Imagen 1. Leticia – Amazonas²

Según el censo realizado en el año 2005 por el DANE, Leticia tenía en ese momento, una población de 37.832 habitantes y según sus proyecciones estadísticas en el año 2015, una población de 41.326 habitantes.



Imagen 3. Región Amazónica⁴

Toda la región Amazónica muestra ecosistemas complejos, riqueza de los recursos naturales y diversidad cultural de las comunidades locales que la habitan, lo cual demanda del Estado una prudente administración y adopción de mejores políticas y medidas para la protección de

¹ Leticia llamada la capital de la selva es una ciudad ubicada al suroccidente de Colombia, capital política y administrativa del Departamento del Amazonas. Cuenta con una población aproximada de 25.000 personas y concentra a más del 60% de la población de todo el Departamento, ocupado por selva y habitadas por diversas comunidades indígenas.

² Fuente: <https://goo.gl/y1rQy4>

³ Fuente: <https://goo.gl/hK14XR>

⁴ Fuente: <https://goo.gl/gZ9bhY>

los recursos biológicos, necesarias para prevenir el riesgo que por la extrema fragilidad de sus ecosistemas, podría ocasionar un indebido aprovechamiento de sus recursos naturales.



Imagen 4. Río Amazonas⁵

gran variedad de flora y fauna, como también la majestuosidad de la selva amazónica. Su objetivo es buscar la conservación y preservación de esta zona, declarada mundialmente como pulmón de nuestro planeta y reserva natural para ser protegida.



Imagen 6. Ciudad de Leticia – Amazonas⁷



Imagen 5. Vivienda de Leticia – Amazonas⁶

Con el propósito proteger el medio ambiente, Leticia se ha propuesto respaldar el turismo ecológico, aprovechando la

La ciudad de Leticia ciudad tiene un clima promedio de 27° grados centígrados, con una humedad relativa en el ambiente considerada como uno de los más altos del planeta, entre 90 y 95 % de humedad; su cercanía a la triple frontera conformada por Perú, Brasil y Colombia es un punto importante en su estrategia para fomentar no solo el desarrollo turístico sino incrementar la evolución del medio ambiente en esta zona, a través de la intervención directa del Estado colombiano, por medio de la interacción de los planes generales de la Nación, mediante aumentos en su asignación presupuestal en el sector del medio ambiente.

⁵ Fuente: <https://goo.gl/OO4tSE>

⁶ Fuente: <https://goo.gl/U1fVWxg>

⁷ Fuente: <https://goo.gl/6XHpxK>

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

El presente estudio se enmarca dentro del análisis económico, político y social para conocer y dar mayor claridad a las partidas dadas en el presupuesto asignado en el Plan Ambiental en el municipio de Leticia para los años 2009-2013 y verificar su ejecución, a través del análisis de cada uno de los rubros designados a los programas ambientales establecidos y ejecutados. El Estado debe realizar una prudente administración y adopción de mejores políticas y medidas para la protección de los recursos naturales y evitar el indebido aprovechamiento de ellos.

El objetivo general es en analizar y evaluar la asignación y ejecución del presupuesto designado para el Plan Ambiental, en el municipio de Leticia para el periodo 2009 -2013. Como sub-objetivos está la revisión en primera instancia de los presupuestos del año 2009 – 2013, del municipio de Leticia para tener claridad sobre los rubros asignados al Plan Ambiental; en segundo término se plasma, mediante una valoración descriptiva de la ejecución del presupuesto ambiental del municipio y comparar lo asignado con lo ejecutado. Por último, se realizan recomendaciones para lograr una mayor eficiencia en la ejecución del presupuesto del Plan Ambiental para la vigencia 2009 -2013, en el municipio de Leticia.

Es así que mediante el conocimiento de algunas normas, políticas o leyes se tiene mayor claridad de cómo se desarrolla la asignación y ejecución presupuestal en el Plan Ambiental en el municipio de Leticia-Amazonas, periodo 2009 – 2013. Así, dentro del marco legal se encuentra:

- Artículo 287 de la Constitución Nacional.

- Ley 38 de 1989. Normativo del Presupuesto General de la Nación.
- Ley 179 de 1994. Modificaciones al normativo del Presupuesto General de la Nación.
- Ley 99 de 1993. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y se dictan otras disposiciones.
- El Acuerdo No. 010 de 2009 del Concejo Municipal de Leticia. Instauración e Implementación del Comparendo Ambiental.
- Acto Legislativo N° 05 del 18 de julio de 2011. Se constituye el Sistema General de Regalías.
- El Plan Ambiental del municipio de Leticia, en el periodo 2009 – 2013.
- El Expediente de Ordenamiento Municipal de Leticia y Plan de Desarrollo, con el objetivo de analizar y verificar el cumplimiento de las partidas asignadas para tal fin.

METODOLOGÍA

Esta investigación se hace bajo una metodología de carácter descriptivo y cuantitativo.

Fases de investigación:

- Búsqueda de datos.
- Análisis de datos.
- Conclusiones y recomendaciones.

RESULTADOS

Amazonas como el pulmón del mundo presenta varios problemas ambientales como son:

1. La deforestación, economía extractiva y falta de políticas de conservación. Estas son algunas de las causas de daños en su medio ambiente. La deforestación es producto del incremento de la ganadería en la zona, la explotación mineras y de la explotación y maderera.



Imagen 7. Deforestación – Amazonas⁸

2. Insuficiencia de política de asignación presupuestal para enfrentar una buena planeación para su desarrollo y evitar el deterioro ambiental.
3. Entre otros inconvenientes que afectan directamente al medio ambiente, está la contaminación de los ríos por evacuación de aguas negras de las afluentes al río Amazonas y la utilización de herbicidas en cultivos.

4. Las actividades mineras, la construcción de carreteras, la exploración y explotación de hidrocarburos y la construcción de hidroeléctricas, sin ninguna planeación y supervisión para la protección del medio ambiente.



Imagen 8. Contaminación del río Amazonas⁹



Imagen 9. Actividad Minera – Amazonas¹⁰

5. La pobreza generalizada y sin medios para conservar el ecosistema, la Insuficiencia de política en la asignación presupuestal para enfrentar una buena planeación para su desarrollo y evitar el deterioro ambiental son algunos de los flagelos medioambientales de la región.

⁸ Fuente: <https://goo.gl/e4qOTA>

⁹ Fuente: <https://goo.gl/NoZE2X>

¹⁰ Fuente: <https://goo.gl/etJqXp>



Imagen 10. Pobreza, Leticia – Amazonas¹¹

6. El presupuesto esperado para el sector ambiente y desarrollo territorial se ha incrementado en un porcentaje mínimo. Es así como para el año 2014 disminuyó en un 14% respecto del año anterior, como respuesta a la disminución del gasto de inversión que reportó un 24%. Además por el desplome en el funcionamiento de un 2%.

COMPARATIVO PRESUPUESTO GENERAL DE LA NACION
SECTOR AMBIENTE Y DESARROLLO TERRITORIAL
AÑOS 2009 - 2013

CIFRAS EN MILLONES DE PESOS

Concepto	Apropiaciones Vigentes						Variación %		
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	% Parte	13/12	14/13
Funcionamiento	149.335	178.828	208.321	237.814	267.307	262.349	54%	12%	-2%
Gastos de Personal	73.571	98.879	102.959	127.905	142.418	148.993	31%	11%	5%
Gastos de Generales	17.123	17.080	30.637	33.894	32.680	33.890	7%	-4%	-4%
Transferencia Corrientes	58.641	62.869	74.725	76.015	92.209	79.466	16%	21%	-14%
Inversión	110.774	126.780	155.518	178.188	296.715	224.045	46%	67%	-24%
Inversión	110.774	126.780	155.518	178.188	296.715	224.045	46%	67%	-24%
Total General	260.109	305.608	363.839	416.002	564.022	486.393	100%	36%	-14%

Fuente: MH-CP-SIIF II, Cálculos de la CGR

Vigencia: 2009 2010 2011 2012 2013 2014 Proyecto de Presupuesto Congreso Julio 2013

Imagen 11. Comparativo Presupuesto General de la Nación¹²

COMPARATIVO DE APROPIACIONES VIGENTES POR ENTIDAD
AÑOS 2009 - 2013

CIFRAS EN MILLONES DE PESOS

Concepto	Apropiaciones Vigentes						Variación %	
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	13/12	14/13
FUNCIONAMIENTO	149.335	178.828	208.321	237.814	267.307	262.349	12%	-2%
Ministerios de Ambiente y de Desarrollo Sostenible - Gestión General	47.687	56.335	65.472	75.883	83.484	83.125	10%	0%
% Participativo	31,93%	31,50%	31,43%	31,91%	31,23%	31,68%		
INVERSION	110.774	126.780	155.518	178.188	296.715	224.045	67%	-24%
Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y Oriente de la Amazonía - CDA	2.856	2.958	3.025	3.265	450	1.515	-86%	237%
Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía - CORPOAMAZONAS	0	378	671	795	295	0	-69%	-100%

Fuente: MH-CP-SIIF II, Cálculos de la CGR

Vigencia: 2009 2010 2011 2012 2013 2014 Proyecto de Presupuesto Congreso Julio 2013

Imagen 12. Comparativo Apropiaciones Vigentes por Entidad¹³

¹¹ Fuente: <https://goo.gl/b9OjbX>

¹² Fuente: MH-CP-SIIF II, Cálculos de la CGR, 2009 2010 2011 2012 2013 2014 Proyecto de Presupuesto Congreso Julio 2013.

¹³ Fuente: MH-CP-SIIF II, Cálculos de la CGR, 2009 2010 2011 2012 2013 2014 Proyecto de Presupuesto Congreso Julio 2013.



Fuente: MH-CP-SIIF II, Cálculos de la CGR
 Vigencia: 2009 2010 2011 2012 2013 2014 Proyecto de Presupuesto Congreso Julio 2013
 Presentado por: Angélica Rodríguez, Clara I Palacios H

Imagen 13. Comparativo Presupuesto General de la Nación¹⁴



Fuente: MH-CP-SIIF II, Cálculos de la CGR
 Vigencia: 2009 2010 2011 2012 2013 2014 Proyecto de Presupuesto Congreso Julio 2013
 Presentado por: Angélica Rodríguez, Clara I Palacios H



Fuente: MH-CP-SIIF II, Cálculos de la CGR
 Vigencia: 2009 2010 2011 2012 2013 2014 Proyecto de Presupuesto Congreso Julio 2013
 Presentado por: Angélica Rodríguez, Clara I Palacios H

Imagen 14. Comparativo Apropiaciones Vigentes por Entidad¹⁵

¹⁴ Fuente: Elaboración propia a partir de MH-CP-SIIF II, Cálculos de la CGR, 2009 2010 2011 2012 2013 2014 Proyecto de Presupuesto Congreso Julio 2013.

¹⁵ Fuente: Elaboración propia a partir de MH-CP-SIIF II, Cálculos de la CGR, 2009 2010 2011 2012 2013 2014 Proyecto de Presupuesto Congreso Julio 2013.

COMPARATIVO PRESUPUESTADO - EJECUCIÓN

SECTOR AMBIENTE Y DESARROLLO TERRITORIAL

AÑOS 2009 –
2013
CIFRAS EN
MILLONES DE
PESOS

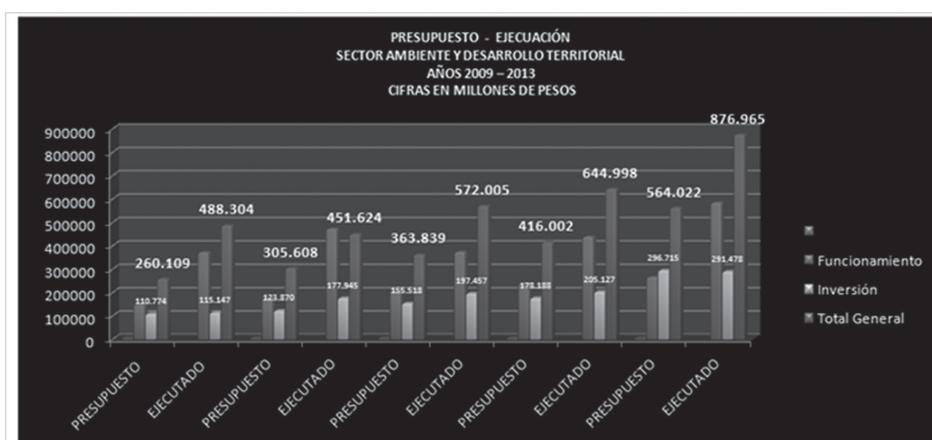
CONCEPTO	PRESUPUESTO	EJECUTADO								
	2009		2010		2011		2012		2013	
Funcionamiento	149.335	373.157	178.828	473.679	208.321	374.548	237.824	439.871	267.307	585.487
Inversión	110.774	115.147	123.870	177.945	155.518	197.457	178.188	205.127	296.715	291.478
Total General	260.109	488.304	305.608	451.624	363.839	572.005	416.002	644.998	564.022	876.965

Fuente: MH-CP-SIIF II, Cálculos de la CGR

Vigencia: 2009 20010 2011 2012 2013 2014 Proyecto de Presupuesto Congreso Julio 2013

Presentado por: Angélica Rodríguez, Clara I Palacios H

Imagen 15. Comparativo Presupuestado - Ejecución¹⁶



Fuente: MH-CP-SIIF II, Cálculos de la CGR

Vigencia: 2009 20010 2011 2012 2013 2014 Proyecto de Presupuesto Congreso Julio 2013

Presentado por: Angélica Rodríguez, Clara I Palacios H

Imagen 16. Comparativo Presupuestado - Ejecución¹⁷

Al analizar el comparativo del presupuesto asignado versus lo ejecutado se observa que todo lo asignado por el Presupuesto General de la Nación ha sido utilizado en

las partidas señaladas de funcionamiento e Inversión. Sin embargo, al observar detenidamente se origina un fenómeno que evidencia que las cifras son mayores al

¹⁶ Fuente: MH-CP-SIIF II, Cálculos de la CGR, 2009 20010 2011 2012 2013 2014 Proyecto de Presupuesto Congreso Julio 2013.

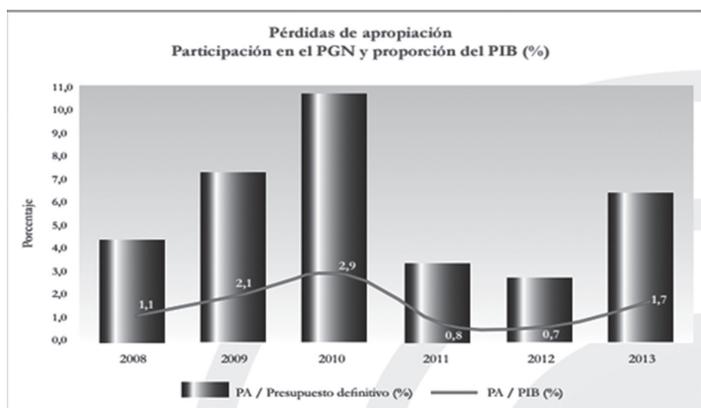
¹⁷ Fuente: Elaboración propia a partir de MH-CP-SIIF II, Cálculos de la CGR, 2009 20010 2011 2012 2013 2014 Proyecto de Presupuesto Congreso Julio 2013.

presupuesto. Esto es originado porque las entidades como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Gestión General, Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y Oriente de la Amazonía – CDA, Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonía – Corpoamazonas son autónomas y tienen recursos propios. Por ello, las cifras de lo ejecutado son mayores a lo presupuestado.

- Falta de mecanismos para cobrar los daños ambientales producidos por la industria.
- Falta de una mayor inversión estatal para contrarrestar los daños de aguas residuales domésticas.
- Falta de control del sector productivo en costos ambientales.
- Poca cultura ecológica en colegios, universidades y empresas.

RESULTADOS Y RECOMENDACIONES

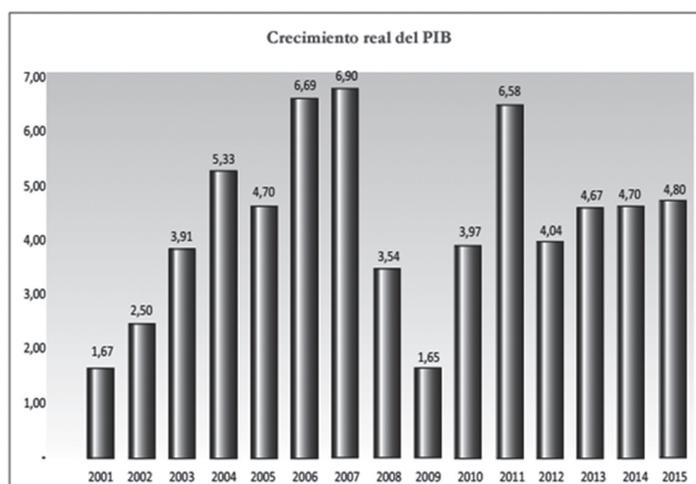
- El Plan de Desarrollo económico proteccionista y globalizantes debe estar orientado hacia el medio ambiente, porque involucra a sectores productivos que se relacionan directamente con los recursos naturales que involucran la protección y preservación del medio ambiente, a través de políticas responsables de renovar adecuadamente los recursos naturales.
- Colombia dispone de una ventaja comparativa frente a los demás países. Cuenta con el 10% de flora y fauna del total mundial y el 20% de aves del planeta. Por lo tanto, este hecho exige seriedad frente a los planes de desarrollo ambiental que se desarrollan en la zona. Además es indispensable dedicar un mayor porcentaje del presupuesto asignado para tales efectos en el Plan General de la Nación.
- Entre los principales factores que conllevan al deterioro ambiental se encuentran:
 - Acceso libre a nuestros recursos naturales.
- Al observar la participación del Presupuesto General de la Nación, (PGN) la proporción del Producto Interno Bruto (PIB), desde el año 2009 al año 2013 (Imagen 16) se evidencia que en el año 2011 se produjo una baja considerable, a pesar de que el PIB llegó a 6.68 (Imagen 17), lo que perduró hasta el 2013. Así mismo, este descenso esta caída se observa en el Presupuesto de Inversión Sectorizado, lo que indica que las cifras para el sector de Ambiente y Desarrollo Sostenibles, (Imagen 18), está por debajo de los 500 millones de pesos. Finalmente se determina que la composición sectorial del Presupuesto General de la Nación, para los años en estudio siempre ha sido baja si se compara con otros sectores (Imagen 20).
- Para las investigadoras de este proyecto, futuras contadoras, dicha investigación es pertinente, dado a que el presupuesto es un elemento de control de gestión y, en este caso, el control de la gestión realizada para el mejoramiento del medio ambiente, lo demuestra la responsabilidad social que existe con el entorno y el país.



Fuente: Banco de la República

6. Contraloría General de la República, Comentarios acerca del monto del Proyecto de Presupuesto General de la Nación 2007, pág. 10.

Imagen 17. Participación del PGN en Proporción del PIB %¹⁸



Fuente: DANE y proyecto de presupuesto

1. Fondo Monetario Internacional, "Perspectivas de la economía mundial", julio de 2014.

Imagen 18. Participación del PGN en Proporción del PIB %¹⁹

¹⁸ Fuente: Banco de la República, Contraloría General de la República, Proyecto Presupuesto de la Nación 2007.

¹⁹ Fuente: Dane, Proyecto de Presupuestos de Nación 2013, Fondo Monetario Internacional, Perspectiva Mundial Junio 2014.

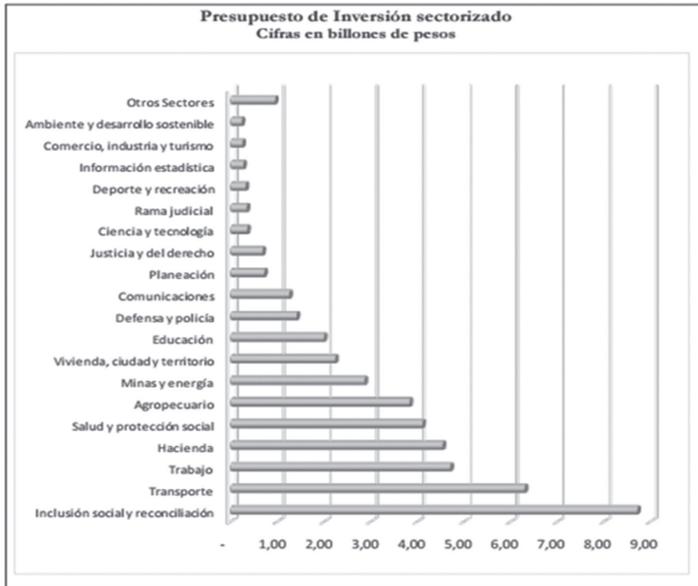
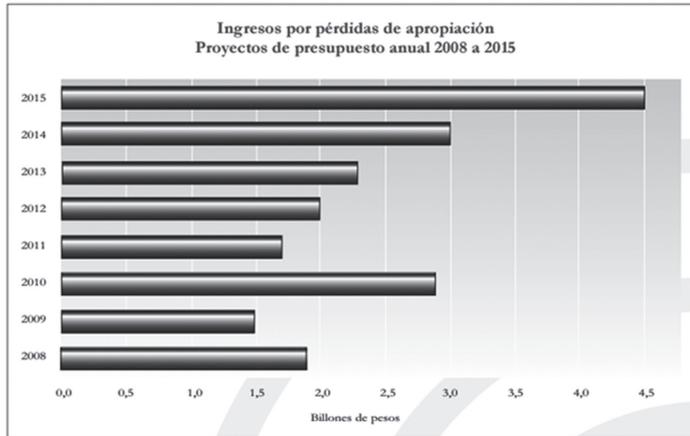


Imagen 19. Participación del PGN en Proporción del PIB %²⁰



Fuente: Banco de la República

Imagen 20. Participación del PGN en Proporción del PIB %²¹

²⁰ Fuente: Banco de la República, Contraloría General de la República, Proyecto Presupuesto de la Nación 2007.

²¹ Fuente: Banco de la República, Contraloría General de la República, Proyecto.

COMPOSICIÓN SECTORIAL DEL PRESUPUESTOS DE APROPIACIONES

AÑOS 2009 – 2013

CIFRAS EN MILLONES DE PESOS

CONCEPTO	COMPOSICIÓN SECTORIAL DE PRESUPUESTOS DE APROPIACIONES				
	2009	2010	2011	2012	2013
Acción Social	0	166.778	0	0	0
Agricultura	120.263	140.297	67.835	146.644	98.518
Ambiente	24.548	99.928	26.606	48.517	69.344
Ciencia y Tecnología	4.561	5.513	12.584	17.389	5.862
Comercio, Industria y Desarrollo	30.398	31.398	43.52	34.167	39.447
Comunicaciones	198.352	201.336	181.759	68.142	142.564
Congreso	10.697	11.647	28.486	45.159	39.216

Fuente: MH-CP-SIIF II, Cálculos de la CGR

Vigencia: 2009 2010 2011 2012 2013 2014 Proyecto de Presupuesto Congreso Julio 2013

Imagen 21. Composición Sectorial del Presupuesto de Apropiações²²

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ley 38 de 1989. Normativo del Presupuesto General de la Nación. Colombia.
- Acto Legislativo No. 05 del 18 de julio de 2011, Colombia.
- Alencar, a. Nepstad, McGrath, D. (2007) Desmatamento na Amazônia; Indo Além de “Emergencia Crónica Belém; IPAM – da Pesquisa Ambiental da Amazônia. Programa Cenários. Brazil.
- Amaya, Oscar D. (2014) La Constitución Ecológica de Colombia. Normas Impresoras, Universidad Externado de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Amaya, Oscar D. (2014) El desarrollo Sostenible y el Derecho.
- Amaya, Oscar D. (2014) El desarrollo Sostenible y el Derecho Fundamental a Gozar de una Ambiente Sano. Normas Impresores Universidad Externado de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Andrade, G.I. Hurtado, G, A, & Torres R. (Eds). (1982) Amazonía Colombiana Diversidad y Conflicto. Centro Ganaderos y Agrícolas – CEGA, Ágora Impresores, Santafé de Bogotá, D.C.
- Arbeláez, V.M.V. & Cleef, A.M. (SF) (2008) La Composición de la Vegetación de las Mesas Areniscas de la Región del Medio Caquetá, Amazonía Colombiana.
- Expediente Municipal, Ordenamiento Municipal de Leticia Departamento de Amazonas.

²² Fuente: MH-CP-SIIF II, Cálculos de la CGR, 2009 2010 2011 2012 2013 2014 Proyecto de Presupuesto Congreso Julio 2013.

García, María del Pilar; Amaya, Oscar D. (2014) Derecho Procesal Ambiental. Normas Impresoras, Universidad Externado de Colombia, Bogotá, Colombia.

García, María del Pilar; Amaya, Oscar D. (2014) Derecho Sanitario. Normas Impresoras, Universidad Externado de Colombia, Bogotá, Colombia.

Ley 179 de 1994. Modificación al Normativo del Presupuesto General de Nación. Colombia.

Ley 99 de 1993. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se ordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del Medio Ambiente y los Recursos Naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental SINA y se dictan otras disposiciones.

Plan Ambiental Municipio de Leticia – Amazonas. Acuerdo No. 010 2009 Instauración e Implementación aplicación de Comparendos ambientales.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestros familiares a quienes expresamos nuestra gratitud por su incondicionalidad y prestarnos su apoyo para la terminación de la presente investigación. Un especial agradecimiento a nuestro Director de Investigación, Dr. Héctor David Bejarano, Jenny Paola Beltrán, Joven Investigadora, al Centro de Investigaciones Facultad de Estudios a Distancia a la Universidad Militar Nueva Granada, por su orientación profesional y a la Fundación Universitaria Agraria de Colombia – UNIAGRARIA, por permitimos exponer nuestra investigación.

EXTRACCIÓN Y COMPARACIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE EUCALIPTO (*EUCALYPTUS*) OBTENIDO POR MEDIO DEL PROCESO DE HIDRO-DESTILACIÓN E HIDRO-DESTILACIÓN ASISTIDA POR MICROONDAS

EXTRACTION AND COMPARISON OF ESSENTIAL OIL *EUCALYPTUS* (*EUCALYPTUS*) OBTAINED BY YOU THROUGH THE PROCESS OF HYDRO-DISTILLATION AND ASSISTED HYDRO-DISTILLATION MICROWAVE

Quintero E.¹; Rojas G.²; Ariza G.³

Resumen

El presente proyecto de investigación permitió evaluar la eficiencia de dos técnicas de extracción, hidro-destilación (HD) e hidro-destilación asistida por microondas (HDAM). Para lo cual se utilizaron las hojas de eucalipto (*eucalyptus*) como material filogenético; esto con el fin de obtener dos puntos de referencia en cuanto a la parte metodológica y de resultados. Posteriormente se compararon en relación con la cantidad de materia prima inicial y el total de aceite esencial resultante para cada proceso. Se utilizó una relación de materia prima: solvente de 1:10. Lo que dio como resultado que la (HDAM) que es más eficiente que la (HD) debido a que después de compararlas se justificó la información investigada en las fuentes que estipulan que la hidro-destilación asistida por microondas (HDAM), aun teniendo unos volúmenes de producción más ajustados y unas variables a controlar más

específicas, tiene una mejor producción si es que se quiere elaborar este proceso a nivel industrial.

Palabras claves: hidro-destilación, aceite esencial, metabolitos, extracción y caracterización.

Abstract

This research project assesses the efficiency of two extraction techniques, hydro-distillation (HD) and assisted by microwave hydro-distillation (HDAM). For which eucalyptus leaves (*Eucalyptus*) and phylogenetic material used; this in order to obtain two reference points regarding the methodology and results part. Subsequently they were compared in relation to the amount of starting raw material and the total resulting essential oil for each process; 1:10 solvent: a ratio of raw material used. Which resulted in the (HDAM) on is more efficient than the

¹ Estudiante de Ingeniería Agroindustrial de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia (UNIAGRARIA). Integrante Semillero de Investigación en Agroindustria No Alimentaria - SIANA. Bogotá D.C. quintero.omar@uniagraria.edu.co

² Estudiante de Ingeniería Agroindustrial de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia (UNIAGRARIA). Integrante Semillero de Investigación en Agroindustria No Alimentaria - SIANA. Bogotá D.C. rojas.cristian@uniagraria.edu.co

³ Estudiante de Ingeniería Agroindustrial de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia (UNIAGRARIA). Integrante Semillero de Investigación en Agroindustria No Alimentaria - SIANA. Bogotá D.C. ariza.oscar@uniagraria.edu.co

(HD) because after comparing researched information on the sources state that assisted hydro-distillation microwave (HDAM) while having volumes justified tightest production and a more specific

control variables, has a better yield if this process is to develop industrially.

Keywords: Hydro-distillation, essential oil, metabolites, extraction and characterization.

INTRODUCCIÓN

Los aceites esenciales son compuestos aromáticos volátiles concentrados producidos por las plantas. Es lo que le da a la planta sus destacados olores. Estos son una fuente de vida en la planta, extraídos de las hojas, tallos, raíces, semillas, corteza, resina o frutos. La cantidad de aceite esencial que se encuentra en las plantas puede estar entre 0,001 % y un 10 % del total. Es por eso que se requieren toneladas de materia prima para sacar litros de aceite. Estos aceites poseen potentes factores antimicrobianos, que tiene una gran cantidad de componentes terapéuticos. Usados en productos alimenticios, medicamentos y cosméticos (Virendra P.; Diwaker P.; 2007).

El extracto de aceite esencial de hojas de eucalipto tiene una gran cantidad de compuestos bioquímicos, así como olor, sabor y propiedades de agente analgésico y antiinflamatorio (Ramezani et al, 2002; Silva et al, 2003). Este aceite esencial además de eso, mostró un amplio espectro en su actividad antimicrobiana (Dellacassa et al., 1989; Hmamouchi et al, 1990; Hajji et al., 1993; Changriha et al., 1998), anti fúngico (Ramsewak et al., 2003; Ramezani et al., 2006), anticandidal (Dutta et al., 2007), antibacteriano (Low et al, 1974; Cimanga et al, 2002), expectorante y una actividad estimulante para aligerar la tos (Oyedeji et al., 1999. 1990; Hajji et al., 1993; Changriha et al., 1998).

Además por su acción desinfectante, el aceite esencial de eucalipto se utiliza externamente. Se aplica a los cortes e infecciones de la piel, sin embargo puede tener efectos perjudiciales en el cuerpo en dosis altas como lo expresa altas (Whitman et al., 1994; Tibballs et al., 1995). También se

ha utilizado como herbicida (Batish et al, 2006.; Setia et al., 2007), insecticida (Rudin, 2005; Park), antihelmíntico (Bennet et al., 1996), anti-tumoral (Takasaki et al., 1995) y anti-sanguijuelas (Kirton, 2005); así como en el manejo contra hongos fito patógenos (Ramezani et al., 2006), infecciones de la piel no específica (Agarwal, 1997) y mastitis en los animales (Pavneesh., 1996; Joshi et al, 1996).

Por lo anterior, en este proyecto se revisarán dos de los métodos más utilizados en la extracción del aceite esencial, así como sus principales ventajas y limitaciones. Concretamente se revisarán el método de hidro destilación (HD) convencional y la hidro destilación asistida por microondas (HDAM). Además de esto se revisará su rendimiento de extracción y se dará una conclusión al respecto.

MÉTODOS

Extracción de aceite por hidrodestilación

Para la extracción del aceite esencial de las hojas de eucalipto primero se seleccionó la materia prima, debido a que el material genético a utilizar no debe tener manchas ocasionadas por microorganismos. Una vez seleccionada se procedió a cargar 1641 gr. de material filogenético al falso fondo que posee el tanque del hidrodestilador. Posteriormente se llenó el contenedor de agua hasta cubrir el material completamente, para así dar paso siguiente al encendido del equipo. Se graduó la temperatura de tal manera que el aceite extraído no se fuera a desnaturalizar.

De igual manera se mantuvo controlada la refrigeración del condensador. Para ello se

aseguró un flujo de agua fría, con el fin de que no se volatilizara el aceite esencial.

El vapor pasó por el condensador hacia un tanque de almacenamiento donde se separó la mezcla en dos fases. Para la separación del aceite esencial se utilizó un embudo de decantación y se calculó el rendimiento de la extracción.

Extracción de aceite de eucalipto asistida por microondas (hdam)

La extracción por hidrodestilación para las hojas de eucalipto consistió en colocar 100 gr. de material filogenético en un balón 1 l con 250 ml de agua destilada para realizar la extracción. Este proceso se hizo por triplicado y en cada proceso se realizaron 4 ciclos de extracción durante 15 min. Posteriormente el aceite se separó de su fase acuosa y se secó con sulfato de sodio anhidro.

Finalmente se almacenó el aceite esencial en un frasco ámbar y se refrigeró a 4°C para luego calcular el rendimiento de la extracción.

RESULTADOS

Hidro destilación

Ecuación 1.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{ml de aceite}}{\text{g de muestra vegetal}} \times 10$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{15 \text{ ml}}{1641 \text{ g}} \times 100$$

Rendimiento = 0.91 %

El rendimiento calculado después de realizar la extracción fue de 0.91%, lo cual para este tipo de procesos fue alto comparado con otros rendimientos investigados de otro tipo de material. Así se concluye que si su nivel de pureza es elevada, el costo de venta sería elevado también (Kirton, 2005). Además en el proceso se controlaron la temperatura y el tiempo para no dañar las moléculas de Eucaliptol presentes en la hoja, ya que si estas variables llegar a sobrepasar o a disminuir en gran medida a las investigadas, el producto final podría desnaturalizarse o disminuir el rendimiento de extracción.

Cabe reiterar que en el proceso de hidrodestilación se utilizó agua hasta que cubrió la materia prima, calentando la muestra, haciendo que las moléculas del aceite salieran de las glándulas de almacenamiento y fueran arrastradas, una vez el agua se evaporó, se condensó la mezcla y se separaron por diferencia de densidades. Este proceso es uno de los más utilizados en la industria, debido a que es un montaje fácil de realizar. Además se pueden utilizar sustancias con partículas de tamaño pequeño. La industria lo utiliza con volúmenes de producción bastante superiores al realizado.

HIDRODESTILACIÓN ASISTIDA POR MICROONDAS

Ecuación 2.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{ml de aceite}}{\text{g de muestra vegetal}} \times 10$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{20 \text{ ml}}{100 \text{ g}} \times 100$$

Rendimiento = 2 %

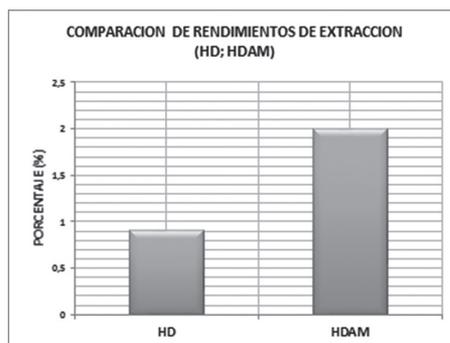
El rendimiento calculado fue del 2 %, un rendimiento bastante elevado comparado con la hidrodestilación común, además de que se obtuvo en un tiempo bastante menor, ya que solo fueron 4 ciclos de 15 minutos, es decir se obtuvo en aproximadamente 1 hora. Además de esto cabe aclarar que es un proceso que solo es utilizado a nivel de laboratorio para estudio de metabolitos secundarios, debido a que a nivel industrial los costos de producción son muy elevados, además de no disponer haber de los equipos adecuados para los requerimientos.

Así, en este proceso, se obtuvo gracias a que el microondas hace que se caliente la mezcla por la rotación de las moléculas de agua, haciendo que las glándulas de almacenamiento se rompan y liberando así las moléculas del aceite de interés.

La temperatura y el tiempo de la extracción fueron las dos variables más importantes para tener en cuenta, debido a que una temperatura muy alta por un largo tiempo, dañaría las propiedades del aceite o lo volvería cenizas. También con temperatura muy alta se generaran compuestos volátiles que pueden contaminar la atmósfera o los compuestos de interés.

El aceite esencial de eucalipto puede ser utilizado en la industria de perfumería, medicinal y química. Se encuentra en muchos productos como ungüentos, perfumes e inhaladores etc. También es utilizado como descongestionante y expectorante en infecciones respiratorias.

Comparación de los rendimientos de extracción



Gráfica 1: Comparación de los rendimientos de extracción.

DISCUSIÓN

Una vez analizado los datos previamente explicados se puede determinar que en cuestión de tiempo es mejor la hidrodestilación asistida por microondas, debido a que a en volúmenes muy pequeños de extracción de aceites, el factor tiempo es notablemente menor que en la hidrodestilación asistida por microondas. Además toma gran determinación a lo hora de comparar las metodologías.

Así mismo, el rendimiento de la extracción fue porcentualmente similar (grafica 1), y a final este factor de producto es más relevante que la utilización de un proceso u otro (dependiendo de los requisitos de la misma). Pero aun utilizando el mismo producto, el rendimiento tuvo variaciones, debido a factores como la extracción por ciclos, diferencia de volúmenes de materia y solvente y potencia de la máquina presente en la hidrodestilación asistida por microondas.

En cuantos a las metodologías, se sabe que el proceso de hidrodestilación tiene una mayor acogida en comparación con otros procesos de extracción, ya que el montaje es fácil, tanto a nivel piloto, como industrial, pero igualmente en cuanto a la temperatura y el tiempo, se debe tener cuidado porque las altas temperaturas por un largo tiempo pueden deteriorar el aceite esencial obtenido. Además que el equipo deber tener un falso fondo, de tal manera que las hojas de eucalipto estén por encima del agua para que cuando se evapore extraiga el aceite esencial. Este detalle mejora el rendimiento de extracción y disminuye las pérdidas.

En cuanto a la metodología de la extracción asistida por microondas; sus rendimientos de producción con respecto al tiempo son muy favorables si se habla a nivel laboratorio, pero actualmente solo se puede generar una metodología para ese volumen de producción, debido a la carencia de maquinaria y los elevados costos energéticos. Igualmente requiere una variable a controlar; un cuidado del operario por la radiación producida, pues si se logran controlar, generará una remuneración económica rentable y aumentará la investigación de esta metodología en el proceso de extracción.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Fundación Universitaria Agraria de Colombia, y a todos sus docentes. En especial, al Ingeniero Mauricio Aníbal Sierra. Por su buena labor de acompañamiento y enseñanza, durante esta práctica. Por dotarnos del equipo de extracción por microondas y por la ayuda en su búsqueda de material bibliográfico

que nos permitió un correcto análisis en este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agarwal AK (1997). Therapeutic efficacy of an herbal gel for skin 33. affectionin dogs. *Indian Veterinary J.* 74(5):417-19.
- Batish DR, Singh HP, Setia N, Kaur S, Kohli RK (2006). Chemical 27. composition and phytotoxicity of volatile essential oil from intact and fallen leaves of *Eucalyptus citriodora*. *Z Naturforsch.*; 61(78):465-71.
- Bennet-Jenkins E, Bryant C (1996).. Novel sources of anthelmintics. 30. *Int J Parasitol.* 26(8/9):937-47.
- Changriha N, Cherif YF, Baailouamer A, Meklati BY (1998). 17. Antimicrobial of Algerian cyprus and eucalyptus essential oils. *Rivistaltaliana EPPS.* 1998;25:11-16.
- Cimanga K, Kambu K, Tona L, Apers S, De Bruyne T, Hermans N, Totte J, Pieters L, Vlietinck AJ (2002).. Correlation between chemical composition and antibacterial activity of essential oils of some aromatic medicinal plants growing in the Democratic Republic of Congo. *J Ethnopharmacol.* 79(2):213-20.
- Dellacassa E, Menendez P, Moyna P (1989). Cerdeiras. Antimicrobial 16. activity of eucalyptus essential oils. *Fitoterapia.* 60(6):544-46.
- Dutta BK, Karmakar S, Naglot A, Aich JC, Begam M (2007). 20. Anticandidial activity of some essential oils of a mega

- biodiversity hotspot in India. *Mycoses*. 50(2):121-24.
- Hajji F, Tetouani SF, Tantaoui EA (1993). Antimicrobial activity of twenty-14. one eucalyptus essential oils. *Fitoterapia*. 64(1):71-77.
- Hmamouchi M, Elarakas A, Eantoui A, Sati NE (1990). Agoumi I5. A. Elucidation of antibacterial and antifungal properties of essential oils of *Eucalyptus*. *Plantes Med Phytother*. 24(4):278-89.
- Joshi HC, Kumar M, Saxena MJ, Chhabra MB (1996). Herbal gel 35. for the control of subclinical mastitis. *Indian J DairySci*. 49(9):631-34.
- Kirton LG (2005). Laboratory and field test of the effectiveness 32. of the lemon-eucalyptus extract, Citriodiol, as a repellent against land leeches of the genus *Haemadipsidae*. *Ann TropMedParasitol*. 99(7):695-714.
- Low D, Rawal BD, Griffin WJ (1974). Antibacterial action of the 22. essential oils of some Australian Myrtaceae with special references to the activity of chromatographic Fractions of oil of *Eucalyptus citriodora*. *Planta Med*. 26(2):184-89.
- Oyediji AO, Ekundayo O, Olawore ON, Adeniyi BA (1996). 23. Koenig WA. Antimicrobial activity of the essential oils of five *Eucalyptus* species growing in Nigeria. *Fitoterapia*. 70(5):526-28.
- Pavneesh M, Pandey SK, Chhabra MB, Saxena MJ (1996). Efficacy 34. of a tropical herbal gel for mastitis control. *Int J Animal Sci*. 1996;11(2):289-91.
- Ramezani H, Singh HP, Batish DRO, Kohli RK (2002). Antifungal 9. activity of volatile oil of *Eucalyptus citriodora*. *Fitoterapia*. 2002;73:261-62.
- Ramezani H (2006). Fungicidal activity of volatile oil from *Eucalyptus* 18. *citriodora* Hook against *Alternariatricana*. *Common AgricAppl Bio Sci*. 71(3B):909-14.
- Ramsewak RS, Nair MG, Stommel M, Selanders L (2003). In 19. vitro antagonistic activity of monoterpenes and their mixtures against toe nail fungus pathogens. *Phytother Res*.;17(4):376-79.
- Rudin W (2005). Protection against insects. 28. *TherUmsch*. 62(11):713-18.
- Setia N, Batish DR, Singh HP, Kohli RK (2007). Phytotoxicity of 26. volatile oil from *Eucalyptus citriodora* against some weedy species. *J Environ Biol*. 28(1):63-66.
- Silva J, Abebe W, Sousa SM, Duarte VG, Machado MIL (2003). Matos II. FJA. Analgesic and anti-inflammatory effects of essential oils of *Eucalyptus*. *J Ethnopharmacol*. 89:277-83.
- Takasaki M, Konoshima T, Kozuka M, Tokuda H (1995). Antitumor-31. promoting activities of euglobals from *Eucalyptus* plants. *Biol Pharm Bull*. 18(3):435-38.
- Tibballs J (1995). Clinical effects and management of eucalyptus 24. oil. Ingestion in infants and young children. *Med J Aust*. 163(4):177-80.
- Virendra p.; Diwaker p.; Extraction of essential oil and its applications.

Department of chemical engineering
2007.

Whitman BW, Ghazizadeh H (1994).
Eucalyptus oil (from *Eucalyptus* 25.
spp.including *Eucalyptus globulus*):
Therapeutic and toxic aspects
of pharmacology in human and
animals. *J Paediatr Child Health*.
1994;30(2):190-91.

EXTRACCIÓN COLORANTE A PARTIR DE FLOR DE JAMAICA (*HIBISCUS SABDARIFFA*) PARA USO EN LA INDUSTRIA TEXTIL

León Peraza, P.A.¹; Rodríguez Cruz, J.L.¹; Parra Rodríguez, J. F.¹; Perdomo Cabrejo, J. M.²

Resumen

Actualmente la producción textil utiliza sustancias químicas que generan un impacto ambiental significativo, así como efectos adversos en la salud del consumidor que en ocasiones se extiende por la cadena de suministro, afectando a todos los eslabones involucrados (salud del consumidor y cuerpos de agua, entre otros). La solución técnicamente viable es la eliminación progresiva de este tipo de sustancias químicas, a través de la implementación de sustancias con menor impacto ambiental como lo son los tintes naturales. La flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) es una planta nativa que se extiende desde India hasta Malasia; es apreciada por los carnosos cálizos de sus flores, grandes, rojos y de un refrescante sabor ácido. (Green, 2007). Teniendo en cuenta las dificultades contaminantes que presenta la industria textil en la actualidad, por medio del presente estudio se busca obtener un tinte, a partir de flor de Jamaica, evaluando dos tipos de mordientes con el fin de disminuir el impacto ambiental.

Palabras claves: hFlor de Jamaica, extracción, mordiente y textil.

Abstract

Textile production currently used chemicals that have a significant environmental impact and adverse effects on consumer health that sometimes extends through the supply chain affecting all links involved (consumer health, water bodies, etc.). The technically viable solution is progressive elimination of chemicals through the implementation of substances with less environmental impact such as natural dyes substances. Jamaican flower (*Hibiscus sabdariffa*) is a native plant from India and Malaysia. It is appreciated by chalice fleshy flowers, large, red, and a refreshing sour taste. (Green, 2007). Given the difficulties of polluting textile industry today, the present study objective is to obtain a dye from Jamaican flower evaluating two types of mordant in order to reduce the environmental impact.

Keywords: Jamaican Flower, extraction, mordant, textile.

¹ Estudiante Ingeniería Agroindustrial. Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Programa de Ingeniería Agroindustrial. Semillero de Investigación en Agroindustria No Alimentaria – SIANA. Corresponsal: leon.paula1@uniagraria.edu.co

² Docente tiempo completo de Ingeniería Agroindustrial. Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Coordinador Semillero de Investigación en Agroindustria No Alimentaria – SIANA 2015.

INTRODUCCIÓN

En Colombia, el sector de textiles y confecciones tiene una alta incidencia en la economía y es un gremio que cuenta con más de cien años de experiencia, representado en una cadena de producción consolidada. El sector representa el 7,5% del PIB manufacturero y el 3% del PIB nacional y constituye más del 5% del total de exportaciones del país (DANE, 2015).

A nivel nacional se evidencia una tendencia creciente en la importación de productos textiles y fibras de algodón para abastecer la demanda interna de los confeccionistas colombianos. Así mismo, las ventas del sector de prendas crecieron a una tasa compuesta anual del 9,9% en el transcurso de la última década y en 2014 alcanzó un valor de mercado de US\$ 6.832, ubicando a Colombia como el tercer país en crecimiento en la región dentro del sector (Euromonitor International, 2015).

Actualmente hay un fuerte interés por los colorantes de origen natural, debido a la necesidad de aumentar la gama de colores y por el hecho de ser naturales, en su mayoría, no presentan toxicidad y son seguros (Soukup y Young, 1977). Los colorantes naturales de acuerdo con la clasificación de la Foods and Drugs Administration - FDA corresponde a los "aditivos colorantes exentos de certificación o no certificados", donde se incluyen pigmentos derivados de fuentes naturales tales como vegetales, minerales o animales y otros productos, derivados de sustancias naturales (Food and Drugs Administration, 1993).

Una opción para la obtención de colorantes es la implementación de la flor de Jamaica

(*Hibiscus sabdariffa*) como materia prima. En general, la flor de Jamaica se desarrolla en regiones donde prevalece un clima tropical seco. Así, países como Sudán, Tailandia, China, México, Egipto, Senegal y Tailandia son los principales productores (Dominguez et al, 2007). En Colombia su producción se centra principalmente en el departamento del Huila, con un área total de 15,2 hectáreas cultivadas en el año 2012. (Anuario Estadístico Agropecuario, 2012).

Se han realizado diferentes iniciativas para extraer el pigmento de la flor de Jamaica como lo reportado en el trabajo de Arévalo (2012). Sin embargo, el utilizar procesos de extracción básica se tienen problemas de oscurecimiento del color original, perdiendo valor el pigmento obtenido. Adicionalmente, los pigmentos conseguidos no tienen buena fijación en las fibras textiles evaluadas, debido a su carácter orgánico.

El objetivo del presente trabajo es obtener un pigmento de flor de Jamaica, evaluando dos tipos de mordientes para su uso en la industria textil, con el fin de obtener un colorante con una fijación mayor a 10 lavados, sin alteración en el color.

MÉTODOS

Obtención colorante textil, a partir de flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*)

Se tomaron 20 gr de flor de Jamaica en una balanza analítica (Precisa Gravimetrics AG 320XB) en dos vasos de precipitado con 200 ml de agua destilada cada uno (relación 1:10 sólido-líquido). Para evaluar el tipo de mordiente se adicionó 8.7 gr de sulfato de hierro, 100 ml de ácido acético y se

calentó a 80°C para realizar la extracción sólido-líquido durante 1 hora. Se realizó la filtración para separar el sólido y obtener el filtrado como colorante.

Evaluación de fijación de color

Para evaluar el efecto del mordiente, se tomaron motas de algodón de aproximadamente 10 gr y se sumergieron en cada uno de los tratamientos. Se realizaron lavados con agua durante 10 días para observar la variación en la tonalidad del tinte, a través de análisis de imágenes.

RESULTADOS PARCIALES

De acuerdo con la literatura consultada y contrastando los resultados obtenidos se observó que los pigmentos extraídos con solución de ácido acético no presentan variación de color con relación al extracto original, mientras que con los tratamientos de extracción con hidróxido de sodio y sulfato de hierro se obtuvieron pigmentos alterados, presentando un color más oscuro que el original (Figura 1.)

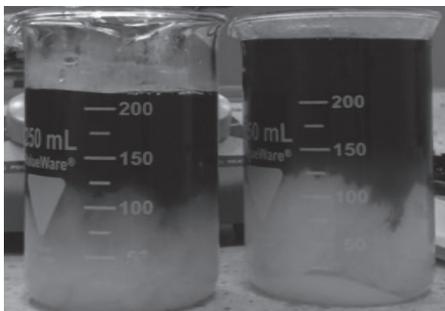


Figura 1. Extractos obtenidos utilizando ácido acético y sulfato de hierro como mordientes.



Ácido acético

Sulfato de hierro

Figura 2. Teñido de algodón utilizando ácido acético y sulfato de hierro como mordientes

En la tabla 1 se presenta una comparación de las características del proceso de extracción con los dos mordientes evaluados.

Tabla 1. Comparación de los métodos de extracción evaluados

ÁCIDO ACÉTICO	SULFATO DE HIERRO
Baja toxicidad	Baja toxicidad
Excelente fijador; aviva principalmente los tonos rojos y rosados	Alteración del color rojo original de la flor de Jamaica y transformación a color oscuro
Preservación del tinte en el tejido (algodón)	Evaluar su fijación en tonos más oscuros o de otras tonalidades
Uniformidad de la coloración	Coloración con parches de color claro
Adherencia parcial del tinte en el tejido, es decir no desprende color al lavar la tela	El Insuficiente adherencia del tinte al tejido, desprende color al lavar y al exponerse a la luz solar

El trabajo está aún en desarrollo, por tanto no se reportan resultados de evaluación de la fijación de color, a través de análisis de imágenes.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Fundación Universitaria Agraria de Colombia, al programa de Ingeniería Agroindustrial y en especial al personal del área de laboratorios por facilitar el desarrollo de este proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anuario estadístico Agropecuario. 2012. Recuperado de (04-12-2015): http://www.huila.gov.co/documentos/agricultura/OBSERVATORIO%20DE%20TERRITORIOS%20RURALES/ANUARIO_ESTADISTICO_AGROPECUARIO_HUILA_2012.pdf.
- Arévalo, J. 2012. Propuesta de un extracto colorante a partir de Hibiscus sabdariffa (flor de Jamaica) para ser utilizado en la industria textil. Universidad de El Salvador.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas - DANE (2005). Estadísticas de competitividad industrial. Recuperado de (06-09-2015) <http://www.dane.gov.co/index.php/construccion-en-industria/industria/estadisticas-de-competitividad-industrial>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas - DANE (2015). Encuesta Anual Manufacturera 2014. Recuperado en (06-09-2015). Disponible en <http://www.dane.gov.co/index.php/construccion-en-industria/industria/encuesta-anual-manufacturera-eam>
- Euromonitor International. (2015) Market research for Colombia. Recuperado de (04-12-2015) <http://www.euromonitor.com/colombia>
- Food and Drugs Administration - FDA. Food Color Facts. Enero, 1993. Recuperado (20-11-2003). Disponible en <http://vm.cfsan.fda.gov/~lrd/colorfac.html>
- Green, A. (2007). El libro de las especias: Hierbas aromáticas y especias. Ediciones Robinbook.
- Greenpeace. Org. (2011). Campaña Detox. Recuperado de (10-09-2015) <http://www.greenpeace.org/espana/es/Trabajamos-en/Pararla-contaminacion/Agua/Campana-Detox/>
- Inexmoda (2010). Workshop: valor agregado a través de la funcionalidad. Colombiatex de las Américas. Medellín.
- Portal de exportaciones de Proexport (2013). Estadísticas de Exportación - País de destino. Recuperado de (06-09-2015): <http://www.colombiatrade.com.co/herramienta/estadisticasexportacion/importacion-pais-de-destino>
- Soukup, R.J. y Young, I. 1977. En: Current Aspects of food Colorant. Furia, T. CRC Press Inc., Cleveland, USA, p 77 – 84.