





SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA

José Antonio Lizarazo Sarmiento

Director General (E) del SENA

Emilio Eliecer Navia Zuñiga

Coordinador Grupo de Investigación, Innovación
y Producción Académica Dirección de Formación
Profesional
Dirección General

Luis Alberto Tamayo Manrique

Director Regional SENA Huila

Adriana Marcela Valencia Cardona

Subdirectora Centro de Desarrollo
Agroempresarial y Turístico del Huila

Napoleón Barragán Clavijo

Coordinador Académico Centro de Desarrollo
Agroempresarial y Turístico del Huila

Milton Roberto Torres Torres

Asesor SENNOVA Centro Sur
Dirección General

Carlos Mauricio Rivera Lozano

Líder Sennova
Centro de Desarrollo Agroempresarial y Turístico del Huila

Traducción

Yaddy Alejandra Plazas Quibano
Instructora

Centro de Desarrollo Agroempresarial y Turístico del Huila

Comité Editorial y Científico

Heimar Hernán Coronado Hernández

Editor

Instructor Sennova

Centro de Desarrollo Agroempresarial y Turístico del Huila

Juan Pablo Peña Arenales

Editor

Coordinador Laboratorio de Ensayos de Tarjetas de
Circuitos Impresos

Centro de Desarrollo Agroempresarial y Turístico del Huila

William Orlando Triana Perdomo

Editor-Diseño

Comunicador Social y Periodista Sennova

Centro de Desarrollo Agroempresarial y Turístico del Huila

Grupo de Investigación Nova

Revista NOVA

ISSN: 2500 - 4476

e-ISSN: 2590 - 6941

DOI: <https://doi.org/10.23850/issn.2500-4476>

Periodicidad: Anual

Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)

Sennova - Sistema de Investigación, Desarrollo

Tecnológico e Innovación del Sena

Centro de Desarrollo Agroempresarial y Turístico del Huila

Cr7 N° 5-67, La Plata, Huila, Colombia.

Teléfono: (8) 8370987 Ext 83737

hcoronado@sena.edu.co

hcoronadoh@misena.edu.co

<http://revistas.sena.edu.co/index.php/rnova>



**Comité Evaluador
Volumen 3**

La Revista Nova agradece a los investigadores quienes actuaron como Comité de Arbitraje del Volumen 3:

Carolina Arboleda Echavarría

Colombiana. PhD. Ciencias Químicas

Manuel Jesús Palma Astudillo

Chileno. Doctor. Universidad De Chile

Paula Constanza Manrique Ramirez

Asesora Sennova

Dirección General

Colombiana. PhD. University Autonoma of Barcelona

Javier Francisco Rey Rodríguez

Colombiano. Magíster. Universidad Internacional Iberoamericana Unini - (Funiber)

Juan Sebastian Ramirez Pradilla

Colombiano. Magíster. Universidad del Valle

Carolina García Pulido

Colombiana. Magíster. Universidad Nacional.

Sergio Orduz

Colombiano. Magíster. Universidad Surcolombiana.

Distribución gratuita
Tiraje: 1000 ejemplares
Editora: HEBERGRAFICAS
Neiva, Huila
Diciembre de 2017





Revista Nova

Misión: Divulgar las investigaciones realizadas por instructores y aprendices del Sena e instituciones a nivel regional, nacional e internacional. Publicando artículos científicos e inéditos relacionados con el desarrollo tecnológico e innovación industrial, agropecuario, emprendimiento y gestión empresarial, impactando y contribuyendo al desarrollo académico del Huila.

Visión: Para el 2020 ser conocida como una publicación de innovación, relevancia y pertinencia académica con énfasis en las áreas industrial, ambiental, agropecuaria y empresarial, formando parte de las bases bibliográficas más relevantes.

Líneas de investigación Grupo Nova

1. Desarrollo Tecnológico e Innovación Industrial
2. Emprendimiento y Gestión Empresarial
3. Desarrollo Pecuario
4. Desarrollo Agrícola

Revista Nova

Mission: The research group NOVA supports Research, Technological Development and Innovation projects, aiming to generate knowledge that benefits the community and the productive sector in La Plata-Huila and its area of influence.

Vision: For the year 2020, NOVA will be the leader in the development of Research, Technological Development and Innovation projects, contributing to the quality of the comprehensive vocational training, as well as to the productive sector, throughout strategic alliances with companies and academic sector, being the reference point of scientific investigation in Huila Department

Research Areas

1. Technological Development and Industrial Innovation
2. Entrepreneurship and Business Management
3. Livestock Development
4. Agricultural Development



Tabla de Contenido

Volumen 3 · Diciembre 2017 · ISSN 2500 - 4476 · e-ISSN 2590-6941

EDITORIAL	7
Actividad antagonista de <i>Bacillus</i> sp frente a <i>Fusarium oxysporum</i>: un aporte a la agricultura sostenible	9
<i>Staphylococcus aureus</i> coagulasa positiva: Estado portador en manipuladores de alimentos del SENA Regional Caldas en Manizales.	20
Fortalecimiento empresarial de las pymes del sector cafetero, occidente del Huila “Nuevos retos de competitividad y globalización”	30
Actividad antibacteriana de extractos etanólicos de <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy (Veranera)	39
Herramientas didácticas para el aprendizaje de química en la Tecnoacademia de Neiva con implementación de la impresión en 3D	47
Establecimiento de la primera etapa de un cultivo in vitro de moringa (<i>Moringa oleifera</i> Lam.)	59
Elaboración de golosinas de sábila (<i>Aloe Barbadensis</i> Miller) por el método deshidratación osmótica directa.....	70

Content

EDITORIAL	7
Antagonistic activity of <i>Bacillus</i> sp against <i>Fusarium oxysporum</i>: a contribution to sustainable agriculture.....	9
<i>Staphylococcus aureus</i> coagulase positive: Carrier status in food handlers of SENA Regional Caldas in Manizales.	20
Business strengthening of SMES in the coffee sector, west of Huila "new challenges of competitiveness and globalization"	30
Antibacterial activity of ethanolic extracts of <i>Bougainvillea glabra</i> Choisy (Veranera)	39
Didactic tools for learning chemistry with implementation of 3D printing in the Technoacademy in Neiva.	47
Establishment of the first stage of an in vitro culture of moringa (<i>Moringa oleifera</i> Lam.)	59
Elaboration of aloe candies (<i>Aloe Barbadensis</i> Miller) by the direct osmotic dehydration method	70



EDITORIAL



Adriana Marcela Valencia Cardona
Subdirectora Centro de Desarrollo
Agroempresarial y Turístico del Huila

Los procesos de investigación en el departamento del Huila avanzan en relación con los sectores productivos y la necesidad de innovar utilizando la tecnología, aplicándola en la mejora de procedimientos que optimicen recursos, asegurando mejor calidad, fomentando el desarrollo de la investigación aplicada y fortaleciendo los estándares en la educación impartida.

La Revista Nova a través de sus publicaciones se ha fortalecido como medio de divulgación científica en el área de las ingenierías y tecnologías, así mismo, en el desarrollo ambiental y microbiológico. Para este volumen se contó con la participación del Centro de Automatización Industrial-Regional Caldas, Tecnoacademia de Neiva, Centro para la Formación Cafetera, Centro para el Desarrollo Agroeconómico y Agroindustrial-Regional Atlántico, Universidad del Atlántico, Centro de Servicios y Gestión Empresarial-SENA Regional Antioquia.

Este volumen presenta investigaciones relacionadas con el estudio de hongos patógenos que afectan diversos cultivos y como controlarlos sin que afecten negativamente el medio ambiente. De igual forma, se investiga si la *Bougainvillea glabra* Choisy posee actividad antibacteriana frente a bacterias patógenas, las cuales causan diversas infecciones o enfermedades postquirúrgicas. Se presentan resultados en la creación de herramientas didácticas para el

aprendizaje de química en la Tecnoacademia con implementación de la impresión en 3D. De igual forma, se elaboraron golosinas de sábila por el método deshidratación osmótica directa. También se estableció la primera etapa de un sistema de micropropagación para la especie vegetal *M. oleífera*. Se determina igualmente, la prevalencia del estado portador de *Staphylococcus aureus* coagulasa positivo en manipuladores de alimentos.

El Centro de Desarrollo Agroempresarial y Turístico del Huila y el Comité Editorial agradece a los investigadores de los centros de formación y universidades por ser partícipes de este proceso de divulgación científica y elegir a la Revista Nova como medio para visibilizar sus resultados, así mismo, su contenido sirva como referente de consulta para instructores y aprendices.

Finalmente se invita a la comunidad SENA a participar activamente en los semilleros de investigación como mecanismo directo para fortalecer los procesos productivos de la zona occidente y oriente caucano.



ACTIVIDAD ANTAGONISTA DE *BACILLUS* SP FRENTE A *FUSARIUM OXYSPOURUM*: UN APOORTE A LA AGRICULTURA SOSTENIBLE

ANTAGONISTIC ACTIVITY OF *BACILLUS* SP AGAINST *FUSARIUM OXYSPOURUM*: A CONTRIBUTION TO SUSTAINABLE AGRICULTURE

Cristian Alonso Rodríguez Gonzalez¹
 Jhojan Estefan Buitrago²
 Adrián David Betancurt³
 Ronald Lara Cardenas⁴

Recibido: 13 de julio de 2017
 Aceptado: 09 de octubre de 2017

Resumen

-
1. Colombiano. Esp. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA del Centro de Automatización Industrial, Facilitador Tecnoacademia SENA Regional Caldas. Bacteriólogo. Grupo EAYER. email: carodriguez880@misena.edu.co
 2. Colombiano. Aprendiz de la Tecnoacademia Manizales Servicio Nacional de Aprendizaje SENA del Centro de Automatización Industrial. Grupo EAYER. email: jhojanbuitrago3@gmail.com.
 3. Colombiano. Aprendiz de la Tecnoacademia Manizales Servicio Nacional de Aprendizaje SENA del Centro de Automatización Industrial. Grupo EAYER. email: adriandavid201500@gmail.com.
 4. Colombiano. Aprendiz de la Tecnoacademia Manizales Servicio Nacional de Aprendizaje SENA del Centro de Automatización Industrial. Grupo EAYER. email: ronalcardenas455@gmail.com.

Fusarium oxysporum es un hongo fitopatógeno capaz de afectar una amplia variedad de cultivos de importancia económica, causando generalmente pudriciones vasculares. Para controlar este tipo de patógenos vegetales se emplean diversos fungicidas que generan problemas de contaminación ambiental, los cuales surgen de forma colateral impactando negativamente en la biodiversidad, por tal motivo, la comunidad científica se ha enfocado en la búsqueda de nuevas alternativas. Este trabajo procuró el aislamiento de bacterias del género *Bacillus* sp, que pudieran tener actividad antagonista frente a *Fusarium oxysporum*. Se aislaron 22 cepas microbianas del género *Bacillus* sp a partir de suelo, los microorganismos fueron aislados mediante diluciones decimales en agua peptonada y se sometieron a shock térmico a 80°C por 10 minutos, posteriormente se realizó siembra en superficie en agar nutritivo. Se seleccionaron las cepas que fueran positivas para tinción de Gram, oxidasa y presencia de esporas. Las cepas aisladas fueron evaluadas mediante la técnica de cultivos duales para comprobar si poseían actividad antagonista frente a *Fusarium oxysporum*. Se evaluó también la actividad quitinolítica de los microorganismos realizando siembra en agar quitina coloidal para determinar si

la producción de quitinasas es el mecanismo implicado en la antibiosis frente al fitopatógeno. De las 22 cepas aisladas, *Bacillus* sp Tam_0013 mostró capacidad para inhibir en un 78% el desarrollo del fitopatógeno, presentando una diferencia estadísticamente significativa frente a los demás microorganismos ($p < 0,05$).

Palabras clave: *Bacillus* sp, antagonismo, *Fusarium oxysporum*, actividad quitinolítica.

Abstract

Fusarium oxysporum is a phytopathogenic fungus capable of affecting a wide variety of economically important crops, usually causing vascular decay. In order to control this type of plant pathogens, several fungicides are used which generate environmental contamination problems; these problems arise collaterally impacting negatively on biodiversity. For this reason, the scientific community has focused on the search for new alternatives. This work investigates the isolation of bacteria of the genus *Bacillus* sp, that could have antagonistic activity against *Fusarium oxysporum*. 22 microbial strains of the *Bacillus* sp genus were isolated from soil, the microorganisms were isolated by decimal dilutions in peptone water and they were subjected to thermal shock at 80 ° C for 10 minutes, Subsequently, sowing on the surface was carried out on nutritive agar. Positive Strains for Gram staining, oxidase and presence of spores were selected. The isolated strains were evaluated by the dual culture technique to check if they possessed antagonistic activity against *Fusarium oxysporum*. The chitinolytic activity of the microorganisms was also evaluated by performing seeding on colloidal chitin agar to determine if the production of chitinases is the

mechanism involved in the antibiosis against the phytopathogen. Of the 22 isolated strains, *Bacillus* sp Tam_0013 was able to inhibit the development of the phytopathogen by 78%, showing a statistically significant difference compared to the other microorganisms ($p < 0.05$).

Keywords: *Bacillus* sp, antagonism, *Fusarium oxysporum*, chitinolytic activity

Introducción

Fusarium oxysporum es un hongo fitopatógeno que posee un amplio rango hospedero que incluye cultivos de importancia económica como el banano, lulo, pepino cohombro, arveja, clavel y tomate, este hongo penetra por la raíz y coloniza el tallo de las plantas hasta afectar el sistema vascular (Correa- Peñuela, 2002).

En Colombia, en la zona bananera del Magdalena se registraron epidemias muy severas en la variedad "Gros Michel", de alta susceptibilidad a la enfermedad en los años cincuenta, esta enfermedad se conoce como "Mal de Panamá" y ha sido una de las enfermedades más limitantes de la producción de banano en el mundo (Burítica, 1999).

En diversas zonas productoras de tomate y de pepino cohombro en los departamentos de Cundinamarca y del Valle del Cauca se han presentado epidemias muy importantes en variedades susceptibles de estos dos vegetales.

En los cultivos del clavel para exportación en la Sabana de Bogotá, desde el año 1975, se han presentado epidemias bastante severas con pérdidas económicas muy significativas



(Arbeláez, 2000) y en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, se han presentado ataques progresivos del patógeno en cultivos de lenteja y garbanzo (Burítica, 1999).

Para controlar este tipo de patógenos se emplean diversos fungicidas de acción protectora y algunos de carácter sistémico (Almandoz et al., 2000). Aunque el método de elección para el manejo de las enfermedades causadas por *Fusarium* sp ha sido el control químico, los problemas de contaminación ambiental que surgen de forma colateral impacta negativamente en la biodiversidad, por lo que el uso inadecuado de los agroquímicos, han hecho reflexionar la comunidad científica hacia la búsqueda y desarrollo de nuevas alternativas (Benhamou et al., 2012). Según investigaciones realizadas por el Departamento de Agricultura de los EE.UU., cerca del 97% al 99% de los plaguicidas aplicados no alcanzaron los organismos que se desean combatir (ERF, 1991).

Como resultado de su aplicación y dispersión en el ambiente los plaguicidas han sido hallados en agua (Castillo et al., 1994; Ryan, 1991), alimentos de origen vegetal y animal (García, 1990; von Dörseln, 1991; Ruiz y Rojas, 1994), suelos (Castillo et al., 1994; Abarca y Ruepert, 1993) y en fauna salvaje (Farrington y Tripp, 1994).

Debido a las nuevas políticas de producción limpia y sustentable, se vienen desarrollando investigaciones enfocadas al estudio y aplicación en la agricultura de microorganismos antagonistas como estrategia para el control biológico, los cuales pueden limitar el establecimiento y propagación de las enfermedades causadas por patógenos vegetales mediante mecanismos de antibiosis,

competencia, inducción de resistencia, entre otros (Fernández-Larrea, 2001).

Algunos microorganismos especialmente aquellos pertenecientes a los géneros *Trichoderma*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Paenibacillus*, *Azotobacter* y *Azospirillum* han sido hallados en la rizosfera de plantas y han mostrado un alto potencial como antagonistas de fitopatógenos, debido a la capacidad que tienen de producir antibióticos y enzimas líticas como celulasas, hemicelulasas, xilasas y quitinasas las cuales pueden usarse en la protección de cultivos (Quiroga et al., 2012). El género *Bacillus*, pertenece a la familia Bacillaceae, una de las familias bacterianas que poseen mayor actividad bioquímica y la cual se encuentra bien referenciada en la literatura científica. Son bacilos grampositivos, catalasa positiva, producen endósporas con morfología oval que le permite resistir condiciones desfavorables en el ambiente, poseen flagelos laterales, presentan hemólisis variable y un crecimiento activo en un rango de pH entre 5.5 - 8.5. Dentro de las especies más significativas de este género con propiedades de antagonismo contra fitopatógenos se encuentran *Bacillus brevis* y *Bacillus subtilis*.

La acción biocontroladora de este género microbiano esta mediada por la producción de metabolitos antibióticos como la gramicidina S en el caso de *Bacillus brevis* capaz de actuar sobre microorganismos de diversa etiología como *Fusarium oxysporum* (Bohg- Ristow, 1986). En el caso de *Bacillus subtilis*, se ha demostrado que tiene una eficiencia in vitro en el control de más de 23 fitopatógenos diferentes, como *Curvularia* sp., *Pyricularia grisea*, *Pythium* sp.

La actividad biocontroladora del género *Bacillus* se atribuye a la producción de lipopéptidos cíclicos antibióticos, de los cuales se destacan el surfactin y el Iturin A; estas sustancias poseen un amplio espectro de acción sobre patógenos de plantas, en los que se encuentran los géneros *Fusarium*, *Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Septoria* y *Verticillium* (Joshi-Gardener, 2006)

Por lo anterior el objetivo de este trabajo fue obtener microorganismos del género *Bacillus* con capacidad antagónica frente a *Fusarium oxysporum*, como una alternativa para formulación de bioinsumos.

Metodología

A. Aislamiento del fitopatógeno.

Fusarium oxysporum fue aislado a partir de contaminaciones de medios de cultivo in vitro de plantas de *Moringa oleífera* de la línea de Biotecnología vegetal de la Tecnoacademia Manizales perteneciente al Centro de Automatización Industrial del SENA Regional Caldas.

La identificación del hongo se realizó mediante la técnica de microcultivo empleando Agar Sabouraud, se determinó el tipo de conidios, monofiálides y clamidosporas producidas. Se visualizaron también características macroscópicas como, tipo de colonia, pigmentos y color del micelio; con la guía de las claves taxonómicas del Manual FUSKEY específico para la identificación de especies del género *Fusarium* (Seifert, 1996).

B. Aislamiento de bacterias del género *Bacillus*.

Bacillus spp fueron aislados a partir de tres muestras de suelo tomadas en las cercanías de la Tecnoacademia Manizales, al interior del colegio INEM Baldomero Sanín Cano. Se siguió la metodología propuesta por García et al. (2007) y Cortés et al (2005) con algunas modificaciones.

Se suspendieron 10 gramos de suelo en 9 ml agua peptonada al 0.1% y se hicieron diluciones hasta 10⁻³. Se realizó un choque térmico al material diluido a 80°C por 10 minutos con el fin de eliminar gran parte de la flora acompañante y beneficiar las comunidades de microorganismos esporulados García et al. (2007).

Posteriormente se realizó siembra en superficie con asa de Drigalsky, depositando 100 µL de dilución 10⁻³ en agar nutritivo, la siembra se realizó por triplicado. Las placas se incubaron a 30°C y se revisaron cada 24 horas hasta completar 72 horas. Transcurrido este tiempo se repicaron las colonias de morfología variada para garantizar la pureza del cultivo. A las 24 h se realizó la prueba de la catalasa y a las 48 h de tinción de Gram, y se observó en el microscopio óptico con un aumento de 1000X. Las bacterias que resultaron positivas a la catalasa y de morfología bacilar grampositivos fueron teñidas con verde de malaquita para verificar la presencia de endósporas. Las bacterias fueron criopreservadas en glicerol al 10% a -80°C, para ello se tomaron bacterias con 24 horas de crecimiento y se preparó una suspensión al patrón número 2 en la escala de McFarland.



C. Pruebas de Antagonismo

Las pruebas de antagonismo se realizaron por triplicado para cada una de las cepas bacterianas, el antagonismo se evaluó mediante el método de cultivos duales usando la metodología propuesta por Bashan et al (1996). El hongo se sembró previamente en medio de cultivo PDA y se incubó a 30°C durante 7 días. Posteriormente, se tomaron cuadrados de 5 mm de lado del microorganismo y fueron colocados en forma invertida en el centro de las placas.

Las bacterias fueron obtenidas de cultivos en caldo nutritivo con 24 horas de crecimiento y se ajustó para cada bacteria una solución al patrón de McFarland 0.5, posteriormente las bacterias fueron sembradas a 15 mm del centro, donde se encontraba el hongo, y fueron sembradas a lado y lado del fitopatógeno. Se realizó la incubación a 30°C durante 12 días. El efecto antagónico de las bacterias fue determinado a través de mediciones del diámetro de crecimiento del hongo (mm) en comparación con un control negativo donde se utilizó *Escherichia coli* como modelo de bacteria no antagonista.

El porcentaje de Inhibición se calculó como se indica en (1).

$$\%Inhibición = 100 - \left(\frac{d*100}{9} \right) \quad (1)$$

Donde *d* es el diámetro de crecimiento del hongo en centímetros.

A los datos obtenidos se les realizó un ANOVA, posterior a confirmar homogeneidad y normalidad.

D. Evaluación de actividad Quitinolítica de las bacterias aisladas.

Dado que muchas bacterias antagonistas de fitopatógenos pueden producir quitinasas como mecanismo de inhibición, se procedió a realizar una prueba cualitativa que permitiera evidenciar esta actividad enzimática en las bacterias aisladas, para ello se sembraron las bacterias en medio quitina coloidal (Lang et al., 2002), el cual se preparó de la siguiente forma : 0,2% de quitina coloidal, 0.1% de K₂HPO₄, 0.05% de MgSO₄.7H₂O 2% de Agar-agar y pH de 7.0.

La quitina fue obtenida como se describe por Jin y Kuen (2009), para esto se diluyeron 40g de quitina en 400 ml de HCl concentrado y se colocaron en agitación constante durante 2 horas, posteriormente se agregaron 2 litros de agua destilada fría y se agitó la mezcla rápidamente para formar el precipitado de quitina, la solución resultante se filtró para obtener la pasta de quitina coloidal a la que se le realizaron lavados sucesivos con agua destilada (200ml), con el fin de eliminar los residuos de ácido.

La pasta obtenida, se esterilizó durante 15 min y se almacenó a 4 °C hasta su uso.

En esta prueba se utilizó *Serratia marsescens* como control positivo.

Resultados y discusión

Se aislaron un total de veintidós cepas bacterianas de *Bacillus* sp. Estos microorganismos fueron identificados hasta género mediante pruebas de oxidasa, tinción de Gram que permitieran observar bacilos grampositivos y con tinción

de endósporas. El cultivo en ambiente aerobio permitió eliminar los microorganismos esporulados anaerobios del género *Clostridium*.

La tabla 1 muestra el código interno que se le asignó a cada microorganismo una vez aislado.

Los resultados de este trabajo muestran que el porcentaje de inhibición de crecimiento de las cepas evaluadas respecto al control, fue estadísticamente significativo ($p < 0.05$) solamente para la cepa *Bacillus* sp Tam_0013, que obtuvo un porcentaje de inhibición del 78% (figura 1). La figura 2 muestra el control negativo y también, la cepa *Bacillus* sp Tam_0013, en la que es evidente su actividad inhibitoria contra *Fusarium oxysporum*. Las demás cepas no presentaron actividad antagonista.

Las pruebas realizadas para identificar las cepas degradadoras de quitina permitieron determinar que ninguna de las evaluadas posee actividad quitinolítica, la formación del halo se evidenció únicamente en el control positivo realizado con *Serratia marsecens*, bacteria que posee alta actividad quitinolítica, esto sugiere que la bacteria *Bacillus* sp Tam_0013 utiliza un mecanismo diferente para la inhibición de *Fusarium oxysporum*, probablemente, mediante la síntesis de sustancias antifúngicas como Iturin A o Surfactin (Joshi-Gardener, 2006).

El género *Bacillus*, tiene una amplia distribución en diferentes tipos de ambientes como el suelo (Aslim et al., 2002), los ecosistemas de agua dulce (Mandal et al., 2005) y los marinos (Miranda et al., 2008), así como en ecosistemas extremos (Kayode-Isola et al., 2008). Se ha aislado a partir de cultivos de importancia económica como el arroz (Thakuria et al., 2004), demostrándose que cepas de este género tienen la capacidad

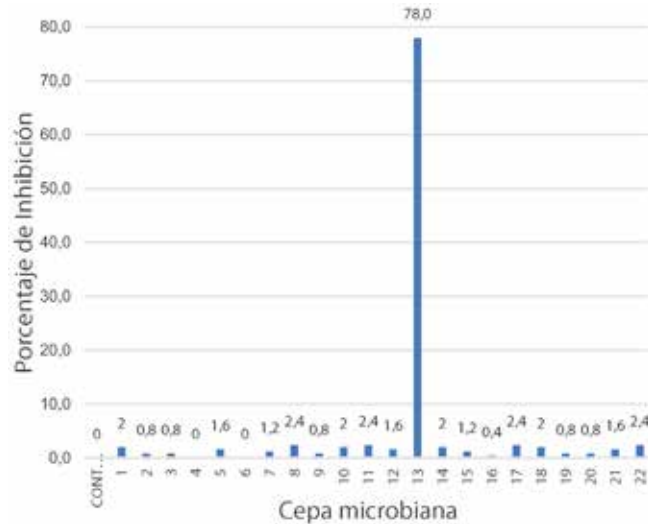
de solubilizar fósforo (Souhie et al., 2006), fijar nitrógeno (Beneduzi et al., 2008), producir auxinas (Gutierrez-Mañero et al., 1996) y sustancias antagonicas contra diferentes hongos fitopatógenos (Wipps et al., 2001).

Tabla 1. Código de identificación asignado a las veintidós cepas de *Bacillus* aisladas.

Microorganismo	Código
<i>Bacillus</i> sp	Tam_0001
<i>Bacillus</i> sp	Tam_0002
<i>Bacillus</i> sp	Tam_0003
<i>Bacillus</i> sp	Tam_0004
<i>Bacillus</i> sp	Tam_0005
<i>Bacillus</i> sp	Tam_0006
<i>Bacillus</i> sp	Tam_0007
<i>Bacillus</i> sp	Tam_0008
<i>Bacillus</i> sp	Tam_0009
<i>Bacillus</i> sp	Tam_0010
<i>Bacillus</i> sp	Tam_0011
<i>Bacillus</i> sp	Tam_0012
<i>Bacillus</i> sp	Tam_0013
<i>Bacillus</i> sp	Tam_0014
<i>Bacillus</i> sp	Tam_0015
<i>Bacillus</i> sp	Tam_0016
<i>Bacillus</i> sp	Tam_0017
<i>Bacillus</i> sp	Tam_0018
<i>Bacillus</i> sp	Tam_0019
<i>Bacillus</i> sp	Tam_0020
<i>Bacillus</i> sp	Tam_0021
<i>Bacillus</i> sp	Tam_0022

Fuente: Los autores.

Figura 1. Porcentaje de inhibición de cada cepa



frente a *Fusarium oxysporum*.

Fuente: Los autores.



Figura 2. Antagonismo microbiano de la cepa Tam_0013 (centro). Control con *E. coli* (izquierda). Testigo absoluto sin bacteria (Derecha).

Fuente: Los autores

Diversas especies de *Bacillus* han sido bien reportadas con la capacidad de promover el desarrollo vegetal de cultivos de interés económico, a través de mecanismos como la solubilización de fosfatos, producción de auxinas y mediante mecanismos indirectos como el antagonismo de fitopatógenos (Cabra et al., 2017).

Rodriguez et al. (2016), evaluaron microorganismos del género *Bacillus* y *Azotobacter* frente a *Cladosporium oxysporum*, *Corynespora*

cassiicola y *Fusarium chlamydosporum*, los autores encontraron porcentajes de inhibición micelial de 80% para ambos microorganismos frente a los fitopatógenos evaluados, valores muy similares a los hallados en este trabajo.

En otro trabajo, realizado por Rios et al. (2015), encontraron que *Bacillus methylotrophicus* y *Bacillus amyloliquefaciens* presentaron porcentajes de inhibición entre 41% y 69%, cuando fueron evaluados frente a *Fusarium Oxysporum*, *Botrytis cinerea*, *Penicillium crustosum*, *Alternaria*

alternata y *Aspergillus nidulas*, fitopatógenos que fueron aislados de la rizósfera del manzano.

Por otra parte, Becerra et al. (2016), aislaron microorganismos del género *Bacillus* a partir de suelo orgánico y evaluaron su capacidad antagonista frente a *Fusarium stilboides*, fitopatógenos causante de la pudrición del pimiento, en este estudio se encontraron cuatro aislamientos que presentaron porcentajes de inhibición de 63.5%, 71.0%, 68.6% y 73.7%.

Claramente el microorganismo aislado y evaluado en este trabajo tiene un alto potencial como antagonista de fitopatógenos, se pretende en estudios posteriores evaluar caracteres de promoción de crecimiento vegetal como producción de auxinas, solubilización de fosfatos y determinar si posee capacidad para la fijación de nitrógeno.

Conclusiones

Este trabajo, describe una metodología que puede implementarse en cualquier lugar de nuestra región y que permite el aislamiento de cepas nativas del género *Bacillus* sp. que puedan presentar potencial a nivel biotecnológico.

La cepa *Bacillus* sp Tam_0013, aislada en este trabajo mostró un potencial para poder utilizarse en formulaciones como bioinsumo, que permitan el control de *Fusarium oxysporum*, lo que implica que de ser usada en la agricultura podría ayudar a reducir el uso de pesticidas, lo que implica una contribución a la agricultura sostenible.

Las pruebas cualitativas realizadas a las 22 cepas para la detección de quitinasas, arrojaron resultados negativos, concluyendo así, que ninguna de las bacterias evaluadas muestra

capacidad de producir enzimas quitinolíticas, lo cual sugiere que los mecanismos involucrados en el antagonismo observado en este trabajo pueden estar relacionados con la producción de metabolitos antifúngicos y no con la producción de enzimas degradadoras de la quitina que conforma la pared celular de los hongos fitopatógenos.

Referencias

- Abarca, L.; Ruepert, C. (1993). Plaguicidas encontrados en el Valle de La Estrella: estudio preliminar. *Tecnología en Marcha* 12(3): 31-38.
- Almandoz, J.; V. M. Pico; L. Pérez; F. Rodríguez; J. Parra. (2012). «Efectividad de nuevos fungicidas para el control de *Alternaria solani* Ellis y Martin en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.)», XIX Congreso de la Asociación latinoamericana de la Papa (ALAP), 28 febrero-3 marzo.
- Arbeláez, G. (2000). Algunos aspectos de los hongos del género *Fusarium* y de la especie *Fusarium Oxysporum*. *Agronomía Colombiana*. 17: 11-22.
- Aslim, M. (2002). Determination of some properties of *Bacillus* isolated from soil. *Turk J Biol*, v.26, p.41-48.
- Bashan Y, Holguín G, Ferrera R. (1996) . Interacciones entre plantas y microorganismos benéficos. *Terra*. 14(2):159-192.
- Becerra Morales, Diana. ; Juarez Campusao, Yara Suhan. ; Pacheco Aguilar, Juan Ramiro. (2016). Caracterización de aislados de *Bacillus* spp. Obtenidos de un suelo orgánico



- que son antagonistas a *Fusarium stilboides*. Revista Ciencias de la Salud. 3 (9): 1-5.
- Beneduzi, A. (2008). Evaluation of genetic diversity and plant growth promoting activities of nitrogenfixing bacilli isolated from rice fields in South Brazil. Applied Soil Ecology, v. 39, p. 311.
- Benhamou N, Kloepper J, Tuzun S. (1998). Induction of resistance against *Fusarium* wilt of tomato by combination of chitosan with an endophytic bacterial strain: ultrastructure and cytochemistry of the host response. Planta. 204:153-168.
- Bohg, A. and Ristow, H. (1986), DNA-supercoiling is affected *in vitro* by the peptide antibiotics tyrocidine and gramicidin. European Journal of Biochemistry, 160: 587–591.
- Burítica, P. (1999). Las enfermedades de las plantas y su ciencia en Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Agronomía, Medellín.
- Cabra Cendales, Teresa, Rodríguez González, Cristian Alonso, Villota Cuásquer, Claudia Patricia, Tapasco Alzate, Omar Alberto, & Hernández Rodríguez, Annia. (2017). *Bacillus* effect on the germination and growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L). Acta Biológica Colombiana, 22(1), 37-44. <https://dx.doi.org/10.15446/abc.v22n1.57375>
- Castillo, L.E.; Ruepert, C.; Solis, E.; Martinez, E. (1994). Environmental impact of pesticide use in a tropical aquatic ecosystem. Case study in a banana plantation in Costa Rica. Text of poster presented in 8th IUPAC International Congress of Pesticide Chemistry. Washington D.C. July 1994. 7 p.
- Correa, M., y Peñuela. A. (2002). Aspectos de la biología de un hongo del género *Rhizoctonia* y de su interacción *in vitro* con *Fusarium oxysporum* f. sp. dianthi. Acta Biológica Colombiana, 7 (1):41- 52
- Cortés Ramos, N.; Ferrer Salas, D.; González Giro, Z.; Orberá Ratón, T.; Pérez Portuondo, I.; (2005). Aislamiento de cepas del género *Bacillus* sp. Con potencialidades para la bioprotección y la estimulación del crecimiento vegetal. Revista Cubana de Química, XVII. 189-195.
- ERF (Environmental Research Foundation) 1991. The false promise of pesticides. Rachel's Hazardous Waste News 247 (August 21).
- Farrington, J.W.; Tripp, B.W. 1994. International mussel watch project. Initial implementation phase. Final report. International mussel watch committee. UNESCO Intergovernmental Oceanographic Commission, United Nations Environment Programme, US National Oceanographic and Atmospheric Administration. Woods Hole, Massachusetts. 63 p. + 6 apéndices.
- Fernández Larrea, O.: «Microorganismos antagonistas para el control fitosanitario», Revista Manejo Integrado de Plagas 62:96-100, 2001.
- Garcia G., E. 1990. Residuos de plaguicidas en los alimentos: Aspectos introductorios. Tecnología en Marcha (Costa Rica) 10(4): 37-41.

- Garveba, P.; J. van Veen; J. van Elsas. (2003). Predominant *Bacillus* spp. In Agricultural Soil Under Different Management Regimes Detected Via PCR-DGGE», Microbial Ecology 45:302-316.
- García Pérez, Ernesto; Reinoso Pozo, Yaritza; Vaillant Flores, Daymara; Pazos Álvarez-Rivera, Victoria; Casadesús Romero, Luis; (2007). Selección de cepas de *Bacillus* y otros géneros relacionados para el control biológico de hongos fitopatógenos. *Fitosanidad*, Marzo-Sin mes, 35-40.
- Gutierrez, F., Mañero, J. (1996). The influence of native rhizobacteria on european alder (*Alnus glutinosa* [L.] Gaertn.) growth. II Characterisation and biological assays of metabolites from growth promoting and growth inhibiting bacteria. *Plant Soil*, v.182, p.67-74,.
- Jin, Y., YU, C. and Kuen, Y. (2009). Cloning and expres- sion of chitinase a from *Serratia marcescens* for large-scale preparation of n,n-diacetyl chito- biose. *Journal of the Chinese Chemical Society*, 56(4), p. 688-695.
- Joshi, R. and Gardener, B.B.M. (2006) Identification and characterization of novel genetic markers associated with biological control activities in *Bacillus subtilis*. *Phytopathology* 96, 145–154.
- Lang. W., lung. I., How. C. Choan K., Teish. W., Kuo. Y., Jon. J., Lu. C. (2002). Production of antifungal compounds from chitin by *Bacillus subtilis*. *Enzyme and microbial Technology*. 31: 321-328.
- Mandal, M. (2005) . Plasmid-Mediated Dimethoate Degradation by *Bacillus licheniformis* Isolated from a Fresh Water Fish Labeo rohita. *J. Biomed. Biotechnol.*, v. 3, p. 280.
- Miranda., C. A. C. (2008). Species-level identification of *Bacillus* strains isolates from marine sediments by conventional biochemical, 16S rRNA gene sequencing and inter-tRNA gene sequence lengths análisis. *Antonie van Leeuwenhoek*, v. 93, p. 297–304.
- Quiroga-Rojas, Luisa Fernanda; Lozano-Tovar, María Denis; Ruiz-Quñones, Nataly; Muñoz-Motta, Guerly; (2012). Microorganismos rizosféricos, potenciales antagonistas de *Fusarium* sp. causante de la pudrición radicular de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims). *Acta Agronómica*, Sin mes, 265-272.
- Rios Velasco, C., Caro Cisneros, J.M., Berlanga Reyes, D.I., Ruiz Cisneros, M.F., Ornelas Paz, J.J., Salas Marina, M.Á., & Guerrero Prieto, V.M.. (2016). Identification and antagonistic activity in vitro of *Bacillus* spp. and *Trichoderma* spp. isolates against common phytopathogenic fungi. *Revista mexicana de fitopatología*, 34(1), 85-99. <https://dx.doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.1507-1>
- Rodríguez Sánchez, Janet, Ríos Rocafull, Yoania, & Baró Robaina, Yamilé. (2016). Efectividad de cepas de *Azotobacter* sp. y *Bacillus* sp. para el control de especies fúngicas asociadas a hortalizas. *Cultivos Tropicales*, 37 (Supl. 1), 13-19. Recuperado en 13 de julio de 2017, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362016000500002&lng=es&tlng=es.



- Ruiz, O.V.; Rojas, J.L. 1994. Niveles de metales pesados en tejidos de ganado bovino. Laboratorio Nacional de Servicios Veterinarios (LANASEVE), Dirección de Ganadería, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Enviado para su publicación a la Revista de Ciencias Veterinarias (Costa Rica).
- Ryan, D.K. (1991). Assistant Professor, Department of Chemistry, University of Lowell, Massachusetts, U.S.A. Results for the analysis of pesticides in samples collected in Canales de Tortuguero. Preliminar results. Letter to David Carr, Executive Director of the Caribbean Conservation Corp., Gainesville, Florida, U.S.A. August 19, 1991. 12 p.
- Seifert, K. (1996) Fuskey-*Fusarium* interactive key. Agriculture and AgriFood, Canada.
- Souchie, E. L. (2006). CCommunities of P Solubilizing Bacteria, Fungi and Arbuscular Mycorrhizal Fungi in grass pasture and secondary forest of Paraty, RJ-Brazil. An Acad Bras Cienc, v.78, n.1, p.183-193.
- Thakuria, D., (2004). Characterization and screening of bacteria from rhizosphere of rice grown in acidic soils of Assam. Current Science, v.86, n.7, p. 978-985.
- Von Döszeln, J. (1991). Pesticide contamination and pesticide control in developing countries: Costa Rica, Central America. In: Richardson, M.L. (ed.). Chemistry, agriculture and the environment. Royal Society of Chemistry. Cambridge, United Kingdom. p. 410-428.
- Whipps, J. M. (2001). Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. Journal of Experimental Botany, v.52, p.487-511.

STAPHYLOCOCCUS AUREUS COAGULASA POSITIVA: ESTADO PORTADOR EN MANIPULADORES DE ALIMENTOS DEL SENA REGIONAL CALDAS EN MANIZALES.

STAPHYLOCOCCUS AUREUS COAGULASE POSITIVE: CARRIER STATUS IN FOOD HANDLERS OF SENA REGIONAL CALDAS IN MANIZALES.

Luz Adriana Ocampo Henao¹

Daniela Castaño Hernández²

Lina María Castaño³

Recibido: 27 de julio de 2017

Aceptado: 09 de octubre de 2017

Resumen

En este trabajo se determinó la prevalencia del estado portador de *Staphylococcus aureus* coagulasa positivo en manipuladores de alimentos, para ello se analizaron 35 muestras de hisopado de pulpejos bajo las uñas y exudados nasales mediante pruebas bioquímicas. Las muestras obtenidas fueron sembradas sobre Baird Parker Agar suplementado con telurito de potasio, dando como resultado 61 cepas características del microorganismo (29 de manos y 32 de fosas nasales), se confirmó la morfología microscópica de éstas por medio de tinción de Gram y se caracterizaron bioquímicamente los aislamientos, para completar la identificación de *S. aureus* mediante la realización de prueba de determinación de coagulasa, catalasa, termonucleasa, tolerancia a la sal, fermentación de manitol y actividad hemolítica. Con la realización de las pruebas bioquímicas se obtuvo 4 aislamientos procedentes de manos (13,79%) y 14 aislamientos procedentes de fosas nasales (43,75%) que fueron positivos ante las pruebas realizadas, confirmando la presencia de *S. aureus* con un elevado potencial patógeno procedente de los manipuladores de alimentos, con lo cual se establece la prevalencia del estado portador en 15 de los manipuladores muestreados, de los cuales 4 (12,5%) son portadores

1. Colombiana. Ingeniera de Alimentos, Especialista en Microbiología Industrial, Maestría en Nutrición y Biotecnología Alimentaria. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA del Centro para la Formación Cafetera del SENA. Instructora e investigadora Grupo BIOSAN. email: laocampo22@misena.edu.co
2. Colombiana. Tecnóloga en Control de Calidad de Alimentos. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA del Centro para la Formación Cafetera del SENA. Aprendiz e investigadora Grupo BIOSAN. email: dcastano47@misena.edu.co
3. Colombiana. Tecnóloga en Procesos Biotecnológicos Aplicados a la Industria. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA del Centro para la Formación Cafetera del SENA. Aprendiz e investigadora Grupo BIOSAN. email: lmcastano235@misena.edu.co



del microorganismo en sus manos, 14 (43,75%) son portadores en sus fosas nasales y 3 (9,3%) son portadores tanto en manos como en fosas nasales.

Palabras clave: Coagulasa, enfermedad alimentaria, patógeno, prevalencia, *Staphylococcus aureus*.

Abstract

In this work it was determined the prevalence of the carrier state of *Staphylococcus aureus* coagulase positive in food handlers, for this were analyzed 35 samples of hyssop of fleshy part under the nails and nasal exudates using biochemical test. The samples obtained were sown on Agar Baird Parker supplemented with tellurite of potassium, getting 61 characteristic strains of the microorganism (29 of hands and 32 of pits nasal), it was confirmed the microscopic morphology of the strains by means of Gram staining and they were characterized biochemically the isolates, to complete the identification of *S.aureus* through the determination test of coagulase, catalase, thermo nuclease, tolerance to the salt, fermentation of mannitol and hemolytic activity. With the completion of biochemical tests 4 isolates were obtained from hands (13.79%) and 14 isolates from nasal pits (43.75%) that were positive to the tests performed, confirming the presence of *S. aureus* with a high pathogens potential from food handlers, with which the prevalence of the carrier state is set to 15 of sampled handlers, from which 4 are carriers of the organism in their hands (12.5%), 14 (43.75%) are carriers in their nostrils and 3 (9.3%) are carriers in both hands and nostrils.

Key words: Coagulase, food disease, pathogen, prevalence, *Staphylococcus aureus*.

1. Introducción

Staphylococcus aureus es una bacteria Gram positiva, muy resistente en el medio ambiente y ampliamente distribuida en la naturaleza. Los seres humanos representan su mayor reservorio, encontrándose que aproximadamente entre el 10% y el 40% de niños y adultos son portadores nasales del microorganismo (Villafañe, Mavianis, Carpintero, Cueto, & Solís, 2013), también presentes en la piel, heces y orofaringe (Castro, 2014). *S. aureus* es la principal especie patógena de su género y puede causar una gran cantidad de enfermedades relacionadas con morbi-mortalidad, como son infecciones de heridas en la piel, osteomielitis, endocarditis, celulitis, síndrome de choque tóxico y bacteremias. Además, es el patógeno aislado con mayor frecuencia en casos de intoxicaciones alimentarias (Rodriguez & Jimenez, 2014) es considerado la primera causa de infecciones de tejidos blandos adquiridas en la comunidad y la segunda causa de bacteremia nosocomial en Estados Unidos y Colombia (Villafañe et al., 2013); (Tortora, Funke, & Case, 2007). Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) se encuentran muy extendidas y constituyen un importante problema de salud pública a nivel mundial, tanto en países desarrollados como en aquellos en vía de desarrollo y se asocian con la contaminación microbiana introducida por manipuladores de alimentos, la utilización de materia prima contaminada o el incumplimiento de las buenas prácticas de manufactura (Jordá, Marucci, Guida, Pires, & Manfredi, 2012). El personal manipulador de alimentos es un eslabón muy importante en la transmisión del microorganismo, debido a que pueden ser portadores sanos de cepas de

S. aureus en sus fosas nasales y/o en sus manos, facilitando la persistencia de la bacteria en el organismo, razón por la cual son considerados como la principal fuente de contaminación de los alimentos, a través del contacto manual o mediante las secreciones respiratorias (Burguet & Trimiño, 2012); (Cervantes, García, & Salazar, 2014).

Los portadores de *S. aureus* sirven como reservorio de esta bacteria, ayudan a que se pueda diseminar fácilmente, causando enfermedad entre la comunidad (Baker, 2009); (Sejas et al., 2016). La tasa de colonización varía en función del individuo y de la población estudiada, así entre la población adulta sana se pueden distinguir 3 patrones de portación de *S. aureus* característicos: 20% de los individuos son portadores persistentes, 60% son portadores intermitentes y 20% no son portadores, estos patrones de portación dependen de factores tanto del huésped como del microorganismo y no son permanentes en un mismo individuo sino transitorios, razón por la cual pueden mostrar cambios con el paso del tiempo (Fosch, Yones, Trossero, Grosso, & Nepote, 2012).

En este trabajo se busca evidenciar la presencia de microorganismos patógenos como *S. aureus* coagulasa positivo en manos y fosas nasales del 42,85 % de los individuos muestreados, con lo cual se logra establecer la alta prevalencia del estado portador en manipuladores de alimentos y su posible impacto sobre la inocuidad de los productos.

2. Materiales y Métodos

2.1. Materiales:

En el desarrollo de este trabajo se utilizó Baird

Parker Agar (Scharlau S.L., España), caldo Brain Heart Infusion BHI (Scharlab S.L., España), agar sal manitol (OXOID, Inglaterra), agar sangre base (OXOID, Inglaterra), agar DNASE (Scharlau, España), Kit de gram: cristal violeta-lugol, alcohol acetona, safranina (Bioquigen, Colombia), peróxido de hidrógeno 30% (Bioquigen, Colombia), BBL coagulase plasma rabbit with EDTA (Becton, Dickinson and Company, USA), telurito de potasio 1% (Britanialab, Argentina).

2.2. Métodos:

2.2.1. Tipo de estudio: Estudio descriptivo

Analítico con una fase experimental, donde se determinó la prevalencia del estado portador de *Staphylococcus aureus* en manipuladores de alimentos del SENA Regional Caldas en Manizales.

2.2.2. Diseño del proceso de muestreo (Arriaza, 2006):

Población objeto de estudio: El estudio incluyó 35 aprendices manipuladores de alimentos del SENA Regional Caldas, pertenecientes a los programas de control de calidad y procesamiento de alimentos. El total de los aprendices que hicieron parte de la población objeto del estudio fueron 75.

Técnica de muestreo: Muestreo aleatorio simple (MAS)

Cálculo del tamaño de la muestra conociendo el tamaño de la población: Para calcular el tamaño de la muestra cuando se conoce el tamaño de la población se utilizó la siguiente fórmula (Torres, Paz, & Salazar, 2006)



$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N-1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

Dónde:

N = tamaño de la población

Z = nivel de confianza

p = probabilidad de éxito o proporción esperada

q = probabilidad de fracaso

d = precisión (Error máximo admisible en términos de proporción)

Para determinar el tamaño de muestra de manipuladores de alimentos, se usaron los siguientes valores:

N=75

Z= 1.962 (seguridad del 95%)

p = proporción esperada (5% = 0.05)

q = 1 – p (1 – 0.05 = 0.95)

d = precisión (5%)

$$n = \frac{75 \times (1.962)^2 \times 0,05 \times 0,95}{(0,05)^2 (75-1) + (1.962)^2 \times 0,05 \times 0,95} = 35$$

2.2.3. Técnicas y procedimientos.

Cada aprendiz incluido en el estudio, leyó y firmó un consentimiento informado, donde se explicó el riesgo asociado al estudio realizado.

Toma de muestra: A cada aprendiz se le tomó muestra de fosas nasales y pulpejos bajo las uñas, utilizando hisopo de algodón humedecido con solución salina al 0,8%. Las muestras se sembraron sobre Baird Parker Agar suplementado con telurito de potasio, se incubaron a 37°C durante 24-48 horas, para determinar la presencia de colonias típicas de *S. aureus*.

Caracterización microscópica: Para confirmar la morfología de *S. aureus* se realizó caracterización microscópica por medio de tinción de Gram (Molina & Uribarren, 2015) a las colonias sospechosas que presentaron crecimiento sobre Baird Parker Agar suplementado con telurito de potasio (Gutierrez, Revollo, Espada, & Quispe, 2007).

Pruebas bioquímicas: Para completar la identificación de *S. aureus* aislados de manipuladores de alimentos, a las colonias con morfología de racimos de cocos Gram positivos se realizaron pruebas de determinación de coagulasa, catalasa, termonucleasa, tolerancia a la sal, fermentación de manitol y actividad hemolítica (Figueroa, Navarrete, Caro, Troncoso, & Faúndez, 2002); (Zendejas, Avalos, & Soto, 2014); (Molin et al., 2016)

3. Resultados

Se muestrearon 35 manipuladores y *S. aureus* fue aislado de 29 muestras de pulpejos bajo las uñas y de 32 muestras nasales (ver tabla 1), es decir que 82,85% de los manipuladores analizados estaban colonizados por este microorganismo en sus manos, el 91,42% estaban colonizados por el microorganismo en sus fosas nasales, el 80% lo presentaron tanto en sus manos como en sus fosas nasales y únicamente 2 manipuladores equivalentes al 5,71% estaban libres del microorganismo.

Al realizar la tinción de Gram, todos los aislamientos fueron positivos y presentaron características típicas del *S. aureus*, por lo tanto se puede confirmar la presencia del microorganismo en los manipuladores (Molin et al., 2016).

De acuerdo a los resultados obtenidos tras las pruebas bioquímicas (ver tablas 2 y 3), se puede evidenciar la presencia de *S. aureus* coagulasa positiva en 4 aislamientos procedentes de manos (13,7%) y en 14 aislamientos procedentes de fosas nasales (43,75%), con lo cual se establece la prevalencia del estado portador de *S. aureus*

en 15 de los 35 manipuladores muestreados, de los cuales 4 (12,5%) son portadores del microorganismo en sus manos, 14 (43,75%) son portadores en sus fosas nasales y 3 (9,3%) son portadores tanto en manos como en fosas nasales.

Tabla 1. Resultados muestreo pulpejos bajo las uñas y fosas nasales.

NÚMERO DE MUESTRA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Manos (M)	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Fosas nasales (FN)	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Fuente: Los autores.

Tabla 2. Resultados pruebas bioquímicas para muestras de pulpejos bajo las uñas.

Numero aislamiento	Catalasa	Coagulasa	Actividad Hemolítica	Dnasa	Fermentación de manitol	Tolerancia a la sal
1	+	-	+	-	+	+
6	+	-	-	-	-	+
8	+	-	+	-		+
10	+	-	+	-	-	+
11	+	+++	+	+	+	+
12	+	-	+	+	+	+
13	+	-	-	-	-	+
14	+	-	-	-	-	+
15	+	+	-	-	-	+
16	+	+	+	+	+	+
17	+	+	+	-	-	+
18	+	+	+	-	-	+
19	+	-	+	-	+	+
20	+	+	-	-	+	+
21	+	-	+	-	+	+
22	+	+	-	-	+	+
23	+	-	+	-	-	+
24	+	-	-	+	+	+
25	+	-	-	-	+	+
26	+	+	-	-	+	+
27	+	+	+	-	+	+
28	+	+	+	-	+	+
29	+	+	+	-	+	+
30	+	+	+	+	+	+
31	+	+	+	-	+	+
32	+	+	+	-	-	+
33	+	+	+	+	-	+
34	+	+	+	-	-	+
35	+	+	+	+	+	+

Fuente: Los autores.

Tabla 3. Resultados pruebas bioquímicas para muestras de fosas nasales.

Numero aislamiento	Catalasa	Coagulasa	Actividad Hemolítica	Dnasa	Fermentación de manitol	Tolerancia a la sal
2	+	-	+	-	+	+
3	+	-	+	-	-	+
4	+	-	+	-	-	+
5	+	-	+	-	-	+
6	+	-	+	-	+	+
8	+	-	-	-	+	+
10	+	+++	+	+	+	+
11	+	+++	+	+	+	+
12	+	+++	+	+	+	+
13	+	+++	+	+	+	+
14	+	+++	+	+	+	+
15	+	-	+	-	-	+
16	+	+++	+	+	+	+
17	+	-	+	-	-	+
18	+	-	-	-	-	+
19	+	-	+	-	+	+
20	+	-	+	+	+	+
21	+	+++	+	+	+	+
22	+	+++	+	+	+	+
23	+	+++	+	+	+	+
24	+	+++	+	+	+	+
25	+	-	+	-	+	+
26	+	+++	+	+	+	+
27	+	-	+	-	+	+
28	+	+++	+	+	+	+
29	+	-	+	-	+	+
30	+	-	-	-	-	+
31	+	-	-	-	+	+
32	+	+++	+	+	+	+
33	+	-	+	-	-	+
34	+	-	+	-	+	+
35	+	+++	+	+	+	+

Fuente: Los autores.



Las muestras positivas para *S. aureus* fueron conservadas en agua destilada estéril y en glicerol al 10% (Escobar, Flórez, Ocampo, & Franco, 2016) para futuros estudios sobre el potencial patógeno de este microorganismo y su impacto sobre la salud humana e inocuidad alimentaria.

4. Discusión y conclusiones

En el presente estudio se pudo evidenciar una prevalencia de estado portador en 42,85% de los manipuladores muestreados, lo cual se asemeja a los resultados obtenidos en la investigación realizada en la provincia de Misiones en Buenos Aires Argentina, en la cual el 37,5% de los individuos analizados eran portadores de *S. aureus* (Jordá et al., 2012).

La colonización en manos por *S. aureus*, coagulasa y termonucleasa positiva obtenida en este estudio fue de 12,5%, estos resultados se asemejan a los obtenidos por (Gubbay et al., 2003), cuando analizaron 184 hisopados de manos en manipuladores de alimentos, aislando 16 cepas las cuales resultaron ser coagulasa y termonucleasa positiva, alcanzando una prevalencia de 9% en manos.

Con respecto a la portación nasal de *S. aureus*, en el presente estudio se obtuvo un 43,75%, encontrándose por encima de los valores obtenidos por (Achón, Cabral, & Walde, 2012), quienes revelaron una portación nasal de 33,3%, en 35 de los 105 manipuladores de alimentos muestreados en el mercado número 4 de Asunción Paraguay.

De acuerdo con lo manifestado por Villafañe et al., (2013), el porcentaje de portación nasal en adultos se encuentra entre 10% y 40% y (Fosch et al., 2012) manifiestan que entre el 20% y el 60% de los individuos son portadores persistentes o intermitentes del microorganismo y 20% no son portadores (Figueroa et al., 2002). De acuerdo a lo anterior, podemos observar que nuestros resultados coinciden con los rangos mencionados.

Los datos obtenidos son similares a los reportados en otras investigaciones para la población general, lo que representa un alto factor de riesgo, ya que los manipuladores pueden fácilmente contaminar los alimentos por contacto directo o por medio de sus secreciones siendo generadores de enfermedades de origen alimentario. Sin embargo, es de gran importancia identificar y profundizar los factores asociados al microorganismo y al huésped que pueden inferir en la colonización e infección asociada a la portación de *S. aureus*.

De los datos obtenidos se puede concluir que el principal nicho que alberga *S. aureus* lo constituyen las fosas nasales, encontrándose allí un potencial foco de infección y un factor elevado de riesgo para enfermedades e infecciones invasivas.

La prevalencia de esta bacteria en las fosas nasales de los manipuladores de alimentos, es un factor de riesgo, debido a que se pueden desarrollar infecciones y ser transmitas a la comunidad por medio de los alimentos.

La alta proporción de cepas patógenas aisladas de los manipuladores de alimentos, resalta la importancia de la capacitación continua en hábitos de higiene personal y buenas prácticas

de manufactura, evitando ser causantes de enfermedades transmitidas por alimentos.

Referencias

- Achón, F., Cabral, L., & Walde, J. (2012). Portación nasal de *Staphylococcus aureus* en manipuladores de alimentos del Mercado No 4 de Asunción, Paraguay, 6(4), 14–17.
- Arriaza, M. (2006). Guía Práctica De Análisis De Datos. Ideagonal diseño gráfico.
- Baker, C. RED BOOK (2009): Atlas de Enfermedades Infecciosas en Pediatría. Buenos Aires, Argentina: Médica Panamericana.
- Burguet, N., & Trimiño, J. (2012). *Staphylococcus aureus* y la detección de portadores entre el personal que labora en la producción de parenterales. Revista Cubana de Higiene Y Epidemiología, vol 50 (3), 26.
- Castro, A. (2014). Bacteriología médica basada en problemas (Vol. 2). México: El Manual Moderno.
- Cervantes, E., García, R., & Salazar, P. (2014). Características generales del *Staphylococcus aureus*, 61(1), 28–40.
- Escobar, L., Flórez, D., Ocampo, M., & Franco, M. (2016). Colección de cepas microbianas usadas en formación y proyectos de investigación aplicada en el Centro para la Formación Cafetera SENA Regional Caldas. Revista NOVA, 2(2).
- Figueroa, G., Navarrete, P., Caro, M., Troncoso, M., & Faúndez, G. (2002). Portación de *Staphylococcus aureus* enterotoxigénicos en manipuladores de alimentos. Revista Médica de Chile, 130 (8), 859–864.
- Fosch, S., Yones, C., Trossero, M., Grosso, O., & Nepote, A. (2012). Portación nasal de *Staphylococcus aureus* en individuos de la comunidad: factores epidemiológicos. Acta Bioquím Clín Latinoam, 46 (1), 59–67.
- Gubbay, L., Galanternik, L., Galan, G., Cabrera, J., Galas, M., Degrossi, C., & Malbrán, G. (2003). *Staphylococcus aureus*: Sensibilidad antibiótica y detección de enterotoxinas de cepas aisladas de alimentos y manos de manipuladores. Buenos Aires, Argentina: Universidad de Belgrano.
- Gutierrez, G., Revollo, S., Espada, A., & Quispe, S. (2007). Identificación mediante PCR del gen codificante de la enterotoxina de *Staphylococcus aureus* en productos lácteos. Revista Visión Científica, 1 (2), 2–5.
- Jordá, G., Marucci, R., Guida, A., Pires, P., & Manfredi, E. (2012). Portación y caracterización de *Staphylococcus aureus* en manipuladores de alimentos. Revista Argentina de Microbiología, 2 (44), 101–104.
- Molin, C., Ortiz, E., Barrios, P., Sánchez, S., González, M., Ayala, S., Cantero, L. (2016). Prevalencia de portación nasal de *Staphylococcus aureus* en niños con discapacidad. Revista Facultad de Ciencias de La Salud UDES, 3 (1), 35–40.
- Molina, L., & Uribarren, B. (2015). Generalidades de bacterias. Recursos en Bacteriología. México: Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de México.



- Rodriguez, E., & Jimenez, J. (2014). Factores relacionados con la colonización por *Staphylococcus aureus*. *Iatreia*, 28(1), Pág. 66-77. Retrieved from <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/iatreia/article/view/18007>.
- Sejas, A., Zurita, B., Rodríguez, M., Jhasmany, Espinoza, J., & Sejas, M. (2016). Prevalencia de *Staphylococcus aureus* en portadores nasales del personal de enfermería - Hospital VIEDMA. *Revista Científica Ciencia Médica*, 19 (1), 29–33.
- Torres, M., Paz, K., & Salazar, F. (2006). Tamaño de una muestra para una investigación de mercado. *Boletín Electrónico Facultad de Ingeniería. Universidad Rafael Landívar*, (2), 1–13. Retrieved from http://www.fsalazar.bizland.com/URL_INGENIERIA_PRIMERO/URL_02_BAS02.pdf.
- Tortora, G., Funke, B., & Case, C. (2007). *Introducción a la microbiología*. Buenos Aires, Argentina: Médica Panamericana. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- Villafañe, L., Mavianis, P., Carpintero, Y., Cueto, V., & Solís, Y. (2013). Portación nasal de *Staphylococcus aureus* en estudiantes de Bacteriología. *Salud Uninorte*, 29 (2), 151–159.
- Zendejas, G., Avalos, H., & Soto, M. (2014). Microbiología general de *Staphylococcus aureus*: Generalidades, patogenicidad y métodos de identificación. *Revista Biomédica*, 25 (3), 129–143.

FORTALECIMIENTO EMPRESARIAL DE LAS PYMES DEL SECTOR CAFETERO, OCCIDENTE DEL HUILA "NUEVOS RETOS DE COMPETITIVIDAD Y GLOBALIZACIÓN"

BUSINESS STRENGTHENING OF SMES IN THE COFFEE SECTOR, WEST OF HUILA "NEW CHALLENGES OF COMPETITIVENESS AND GLOBALIZATION"

María Fernanda Lemus Cuchimba¹

Recibido: 28 de julio de 2017

Aceptado: 01 de diciembre de 2017

Resumen

Las Pymes son empresas que tienen gran peso en la economía colombiana, contribuyen con la generación de empleo e inciden en el incremento del PIB. El receso en actividades económicas en el departamento y los nuevos negocios que fracasan antes de cumplir los tres años impiden el crecimiento de éstas. Además, el Huila no cuenta con puerto ni aduana, que limita la creación vínculos duraderos con los clientes, siendo necesario que éstas generen respuestas eficientes y estrategias a largo plazo para marcar el éxito empresarial. Debido a que las pymes constituyen un eslabón importante en la conformación de cadenas productivas a través de la generación a pequeña escala de productividad y mejor condición de vida, se hace conveniente que los actores del sector se integren a la construcción de la prospectiva como herramienta para el éxito empresarial en el que se oriente relación directa entre el consumidor y proveedor en trazabilidad e inocuidad, de ese modo se impulsa la dinámica empresarial con pensamiento estratégico, propendiendo por la colaboración entre empresas y la competitividad del sector cafetero a nivel nacional.

1. Colombiana. Contador Público. Investigadora Grupo Nova Centro de Desarrollo Agroempresarial y Turístico del Huila.
email: mafelecu@misena.edu.co.



La metodología desarrollada se fundamentó en la vigilancia tecnológica, observación directa, entrevistas y encuestas a los caficultores de la zona. Se realizó diagnóstico a cinco empresas cafeteras, se diseñaron estrategias funcionales para mejorar procesos administrativos y de mercadeo, logísticos y de comercio exterior, con el fin de garantizar la eficiencia continua y adaptarse a las exigencias del público objetivo.

La innovación es el eje competitivo empresarial en la zona occidente del Huila y a pesar de no tener una inserción significativa, el diseño e implementación de estrategias organizacionales y de mercadeo, ha permitido a las empresas objeto de estudio mejorar sus procesos productivos y de comercialización, para potenciar valores agregados en busca de diferenciación y garantizar el bienestar de los socios en el manejo de recursos, reconocimiento a través del uso de tecnologías de la información y comunicaciones, conservación del medio ambiente con prácticas ecológicas y así generar un producto de calidad acorde a las exigencias de la globalización.

Palabras clave: Competitividad, Occidente del Huila, Pymes, Sector cafetero.

Abstract

The Pymes are companies that have great weight in the colombian economy and contribute with the generation of employment and it increases the PIB. The recess in economic activities in the Department and the new businesses that fail before the age of three prevent the growth of these. While they constitute an important link in the creation of productive chains through small-scale generation of productivity and better

living conditions, it is desirable that the actors of the sector are integrated into the construction of the prospective as A tool for business success in which the direct relationship between the consumer and the supplier in traceability and safety is directed, thus driving the business dynamic with strategic thinking, tending by the collaboration between companies and the Competitiveness of the coffee sector at the national level.

The methodology developed was based on technological vigilance, direct observation, interviews and surveys to the coffee growers in the area. Five coffee companies were diagnosed, functional strategies were designed to improve administrative and marketing processes, logistics and foreign trade, in order to ensure continuous efficiency and adapt to the requirements of the objective public.

Innovation is the competitive business axis in the western part of Huila and, despite not having a significant insertion, the design and implementation of organizational strategies and marketing, has allowed the companies under study to improve their processes Productive and marketing, to enhance aggregate values in search of differentiation and ensure the wellbeing of partners in resource management, recognition through the use of information and communications technologies, conservation of the environment Environment with ecological practices and thus generate a quality product according to the demands of globalization.

Keywords: Competitiveness, West of Huila, Pymes, Coffee Sector.

Introducción

Los nuevos retos y exigencias del mercado, además de receso en las actividades económicas del sector empresarial del departamento, nuevas empresas que fracasan antes de cumplir los tres años y que solo el 10% supera con éxito los cinco (Montenegro, 2017), son las razones por las que algunas no logran la sostenibilidad en el mercado debido a la falta de un plan estratégico que permita minimizar el fracaso.

Se han desarrollado recomendaciones para implementar las buenas prácticas agrícolas y de manufactura, con el fin de controlar el proceso productivo en todas sus etapas y prevenir acciones que deterioren la calidad física, organoléptica o las condiciones de inocuidad del producto, de acuerdo con los requerimientos del mercado (Puerta, 2017). En el año 2012 Cenicafé presentó la tecnología Ecomill, que es la evolución de la tecnología Becolsub la cual permite remover el mucílago degradado en el proceso de fermentación natural con bajo consumo de agua (Cenicafé, 2013). Por ejemplo, en los procesos productivos el incremento de la competencia e incursión en mercados con alto grado de exigencia, las características de un nuevo modelo de negocio en el que la capacidad instalada, transformaciones tecnológicas y talento humano calificado resultan claves en la generación de crecimiento organizacional. Es evidente que al interior de cada empresa se deben desarrollar herramientas de apoyo y fortalecimiento que impulsen la educación empresarial, así como la Cámara de Comercio y la DIAN que realizan este tipo de capacitaciones y acompañamientos (Giraldo, 2004).

Las nuevas generaciones, la influencia de las redes sociales, el mayor poder adquisitivo (especialmente de los jóvenes), la creciente conciencia ambiental, entre otros factores, han creado tendencias de consumo que influyen en la decisión de compra del cliente que cada vez busca productos exclusivos que tengan su propia historia (Procolombia, 2017). Es por esto que el café especial producido en la zona occidente es de alta calidad por poseer características como la imagen natural, adecuada apariencia física, combinación de sabores exóticos y diversas texturas (Procolombia, 2017).

Aproximadamente 77.893 de los empresarios rurales del sector cafetero huilense han sido gestores del nuevo Eje Cafetero colombiano (Federación de cafeteros, 2017).

Las condiciones climáticas, topográficas y edafológicas favorecen la caficultura como principal actividad agrícola en el departamento del Huila. La disciplina de los caficultores en la preparación del suelo, técnica de fertilización, selección de la semilla, manejo del cultivo, recolección del fruto y método de secado del grano, permite producir cafés con alta impresión global (aroma, sabor, cuerpo y acidez).

El Huila no cuenta con puerto ni aduana, que impide crear vínculos duraderos con los clientes, siendo necesario que éstas generen respuestas eficientes y estrategias a largo plazo y de esa manera marcar el éxito empresarial.

En este sentido, el objetivo de esta investigación es fortalecer empresarialmente las pymes del sector cafetero, occidente del Huila (Cafetera Candela Muñoz del municipio de La Plata, Asociación de Cafés Especiales Serranía de las Minas de La Argentina, Cafémayorga S.A.S



de Paicol, Asociación de cafeteros de Tesalia y Asociación Agropecuaria no nacional de mujeres rurales de Nátaga), a través del diseño e implementación de estrategias en el área administrativa y de mercadeo, logística y de comercio exterior, que busca complementar el eje temático organizacional para contribuir a la economía y el desarrollo de la región.

En el presente artículo se evidencia cómo las empresas objeto de estudio implementaron las estrategias diseñadas por el equipo de investigación NOVA, en las áreas funcionales y cuáles fueron los resultados obtenidos.

Materiales y Métodos

Tipo y diseño de estudio

A través de una investigación de carácter descriptivo y cualitativo, con las características propias de este tipo de empresas; dentro de las cuales se identificaron factores determinantes en la producción y comercialización para explicar la gestión del productor y su participación en la economía de la zona occidente del Huila (La Argentina, La Plata, Nátaga, Paicol y Tesalia).

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Dentro de las herramientas diseñadas para el desarrollo de la investigación, se emplearon los siguientes instrumentos:

Encuesta: El cuestionario se diseñó teniendo en cuenta el objetivo general y los principales aspectos que relacionan el direccionamiento estratégico con el funcionamiento de las empresas analizadas. El resultado fue un total

de 43 preguntas cerradas y abiertas, basadas en las características observables que permitieron a través de variables de medición, caracterizar la empresa según los siguientes aspectos: Constitución y años de funcionamiento, identificación de protocolo para la producción, recolección y secado, marca propia, fuentes de financiación, certificaciones de calidad, empaque, ficha técnica y sistema de costeo.

Entrevistas: Se realizaron a profundidad con los representantes legales de las empresas objeto de estudio, que permitieron identificar las deficiencias y ventajas competitivas en los procesos productivos, organizacionales y de comercialización.

Test del exportador: Se utilizó como herramienta diagnóstico en el área de comercio exterior (diseñada por Procolombia) para evaluar las condiciones de las empresas al momento de adelantar un proceso de exportación.

Éstas herramientas fueron determinantes en las propuestas de innovación a través del diseño de tres manuales de procedimientos en las áreas funcionales de cada empresa objeto de estudio, de la misma manera, se evaluó el impacto positivo de los mismos en su implementación.

Criterio de selección de la muestra

Se consolidó una base de datos empresarial rural y de asociaciones del sector cafetero de la zona de influencia, teniendo en cuenta la información proporcionada por entes gubernamentales como: Alcaldías Municipales, el Centro de Desarrollo Agroempresarial y Turístico del Huila (aprendices egresados del Técnico de Café Especial), Small Business Development

Center (SBDC) beneficiarios del programa fondo emprender y empresarios participantes en jornadas de capacitación por parte de Cámara de Comercio en alianza con Procolombia.

Se empleó el muestreo no probabilístico el cual permite la elección de unidades muestrales, ésta no se realiza de forma aleatoria siguiendo la teoría de muestreo y no se conoce la probabilidad de selección de las posibles muestras (IESA-CSIC, 2009). Se seleccionaron cinco empresas del sector cafetero, occidente del Huila una por cada municipio de la zona de influencia (La Plata, Paicol, Tesalia, Nátaga y La Argentina).

Resultados

Perfil empresas analizadas

El instrumento aplicado a las cinco empresas objeto de estudio, tres de ellas asociaciones, permitió evidenciar que los caficultores pueden comercializar su producto sin intermediarios.

La Asociación Agropecuaria no Nacional de Mujeres Rurales de Nátaga adelanta el proceso de sello comercio justo y se vinculan productores que además de pertenecer a la asociación trabajan de manera independiente para cumplir sus propios objetivos a través de conexiones con socios estratégicos como es el caso de Asociación de Cafés Especiales Serranía de las Minas. "Las regiones que cuentan con un volumen importante de procesos asociativos son más competitivas en comparación con aquellas donde dichos procesos son casi incipientes o casi inexistentes" (Grueso, 2019).

Es así como el 60% de empresas objeto de estudio pertenecen a grupos asociativos,

en los cuales se plantea como objetivo el trabajar en equipo para lograr certificaciones de calidad y comercializar su producto en mayores cantidades a clientes internacionales; en contraparte el 40% de éstas se constituyen como empresas familiares.

Los productores identifican en un 80% que si bien la ventaja competitiva es asociada a la calidad del producto y/o servicio, las BPA implementadas y los insumos que utilizan, manifiestan aún no contar con ellas pero consideran que son importantes dentro de su actividad económica. Existe una asociación en proceso de certificación y tan solo el 20% manifiesta contar con las certificaciones de calidad (Practice, Rainforest, Flo, Utz, BPA, 4C), lo que permite ser más competitivos en el mercado y por ende cumplir con las exigencias al momento de realizar un proceso de internacionalización.

El método más empleado para el secado de café es la marquesina por su funcionalidad y economía, puesto que permite un secado uniforme, evita la contaminación por factores como la manipulación, agentes químicos, lo que garantiza la inocuidad y calidad del grano. El segundo método es el patio, básicamente porque permite utilizar casi cualquier espacio como por ejemplo el zaguán por su amplitud. Por último, el silo que a pesar de requerir una alta inversión, le garantiza al café un secado más rápido y uniforme.

Al evaluar la calidad del café que producen en las fincas, la mayor parte de los empresarios afirman que es un café de tipo especial, principalmente por la calidad producto de la adecuación en los procesos técnicos y Buenas Prácticas Agrícolas, además de que éste se considera especial cuando es valorado por los consumidores que identifican alguna característica física fácilmente



diferenciable de los cafés tradicionales, puesto que cada proceso influye significativamente en la calidad de éste, tales como mejoras en los métodos de producción y cosecha, además que en el proceso de tostión, la curva presentada por éste muestra los atributos apreciados por el consumidor quien lo puede identificar como un café especial. El café estándar se presenta en un 20%.

Las características físicas del café como el peso, volumen y contenido de humedad son determinantes en la calidad del fruto. El monitoreo del riego adecuado en los árboles, evita el déficit hídrico y mejora la nutrición para un adecuado desarrollo, brindando mayor calidad final. Las constantes físicas son un instrumento útil para evaluar el sistema productivo que permite aplicar una adecuada conexión con las operaciones comerciales y el diseño de los beneficiaderos, así como la calibración de diferentes dispositivos y máquinas empleadas en beneficio del cultivo. Los factores de conversión son importantes en la economía del café, pues los caficultores basan sus decisiones comerciales en tales factores, éstos influyen significativamente en el porcentaje de café que se produce y oscilan entre 80 y 90, dependiendo de granos vinagres, negros, brocados, deformes, entre otros.

Al analizar el proceso de venta, se logró evidenciar que un 60% comercializan el café en cooperativas, puesto que brindan servicios de análisis físico y sensorial, estabilidad en el precio y facilidad en la consecución de insumos; seguido por compradores particulares con un 40% debido al significativo número de establecimientos de este tipo que tienen precios de acuerdo a la tasa corriente y la competencia como elementos más influyentes para éste mercado.

Finalmente se establece que el cumplimiento de los protocolos de producción inciden de forma significativa a la hora de comercializar el café, debido a que se garantiza la inocuidad del producto y además se minimizan factores externos de riesgo que influyen directamente en la calidad, asimismo, se considera que tanto la investigación de mercados, diligenciamiento de documentos y perfil destino de las exportaciones son fundamentales para el desarrollo de las estrategias como empresa a la hora de pensar en expandir el negocio. Sin embargo, se hace importante destacar que un 40% de los caficultores no conocen los trámites necesarios y la cultura del país al cual se desea exportar, para consolidar la comercialización. Esto se hace conociendo no solo los atractivos del producto sino también la eficiencia de las empresas con una amplia experiencia nacional e internacional de transporte que permita evitar contratiempos. Es por esto que el empresario debe estar a la vanguardia de los cambios, alianzas estratégicas e innovación para permitir el cumplimiento de sus objetivos.

La innovación en las pymes cafeteras del occidente del Huila

Los cafés especiales son aquellos que los consumidores valoran por sus atributos consistentes, verificables y sostenibles, por los que están dispuestos a pagar precios superiores, que representen un mejor ingreso y un mayor bienestar de los productores. El segmento de cafés especiales representa aproximadamente el 12% del consumo mundial y ha registrado un crecimiento dinámico en los últimos años por diversas razones, entre ellas la aparición en el mercado de cafés asociados a conceptos como la

sostenibilidad ambiental, salud, responsabilidad social, equidad económica y el concepto de alta calidad, lo cual ha permitido vincular más personas al consumo del café, especialmente un segmento cada vez más joven.

Importante además considerar que el occidente del Huila ha sido una zona productora de café especial y se ha fortalecido gracias a diferentes programas dirigidos a la zona rural por parte de entes gubernamentales que tienen por objeto la consolidación de un sector agrícola más competitivo, es así como dentro de las estrategias diseñadas por el grupo de investigación Nova, a través del proyecto “Programa de internacionalización para las pymes productoras de café del occidente del Huila”, del Centro de Formación CDATH, e implementadas por las empresas que fueron objeto de estudio, se estableció el servicio tecnológico prestado por el laboratorio de ensayos para la calidad de café del C.F. que busca fortalecer procesos productivos a través de los resultados del análisis físico y sensorial del café a través del servicio de perfilación, apreciar sus características y también es una herramienta para el contacto directo entre el cafetero y el cliente nacional e internacional, eliminando de esa manera los intermediarios. De acuerdo a los resultados obtenidos, los atributos más destacados en el café son la acidez cítrica intensa, buen balance, café aromáticos y perfumados; éstos permitieron a los empresarios de la zona de estudio conocer a profundidad las características del café cultivado y también identificar el mercado objetivo de acuerdo a las cualidades resaltadas.

El proyecto de investigación buscó apoyar al caficultor en la eficiencia de su estructura administrativa y en las prácticas de producción a través de un trabajo articulado con el equipo

de investigación. Los socios de Asocafete del municipio de Tesalia, con el sistema automatizado aplicado a marquesinas, línea programática de innovación y desarrollo tecnológico “Fortalecimiento al sector cafetero mediante la implementación de sistemas de automatización que apoyen los procesos de poscosecha mejorando la calidad del café en el occidente del Huila”, permite un proceso de secado uniforme con las herramientas tecnológicas de software y hardware, material industrial y visual con modelos en 3D (simulaciones del proceso).

Una alternativa para el cumplimiento del objetivo planteado en el proyecto fue a través de la participación de los empresarios en ferias locales, las cuales han generado gran impacto en el occidente del departamento del Huila y cabe resaltar que el trabajo articulado entre las alcaldías, los comités organizadores de estos eventos y el SENA, es fundamental para éste sector productivo pues incentiva el desarrollo competitivo.

Discusión

El occidente del departamento del Huila es la zona de mayor producción y comercialización cafetera. Ésta requiere personal capacitado con equipos especializados para garantizar la evaluación tanto física como sensorial, que permita identificar el valor agregado del producto y así igualarse con los estándares de los mercados de cafés de alta calidad.

Los modelos asociativos surgen como respuesta a los esfuerzos de cooperación mediante los cuales las pequeñas y medianas empresas se unen para enfrentar las dificultades derivadas del proceso de globalización. No obstante,



unos de los mayores obstáculos a los que se enfrentan las empresas asociativas de trabajo en el sector rural son el débil apoyo del estado y la poca cultura de cooperación existente entre la mayoría de estas unidades empresariales.

Conclusiones

Una vez realizado el análisis y discusión de los resultados obtenidos a partir de los instrumentos aplicados a las empresas objeto de investigación, se establecen las conclusiones como punto de cierre del artículo, tomando como base los objetivos enmarcados en el estudio.

El uso de estrategias de publicidad de procedimientos permitió una reducción significativa en los costos de producción.

La capacitación periódica al personal y el cambio de los empaques del producto, generó un incremento en las ventas mensuales en cada una de las empresas objeto de estudio.

La aplicación de las estrategias en el área administrativa y de mercadeo, logística y de comercio exterior en las cinco empresas seleccionadas del sector cafetero del occidente del Huila, generó una mejora significativa en su estructuración organizacional y comercio local. La orientación a los empresarios objeto de estudio, permitió la diversificación de los productos, a partir de formaciones complementarias en catación de café nivel 1 y técnicas para la preparación de bebidas a base de café direccionadas por el Centro de Desarrollo Agroempresarial y Turístico del Huila.

Agradecimientos

El trabajo en equipo es sumamente importante para llevar a cabo el desarrollo de un plan de acción y alcanzar un objetivo. Esto fue lo que se evidenció para la construcción del presente artículo, gracias al trabajo mancomunado con las diferentes entidades que contribuyeron en su ejecución. Por esto es importante resaltar la intervención de las alcaldías de los municipios de La Plata, La Argentina, Tesalia, Nátaga y Paicol; que proporcionaron información necesaria para la consolidación de la base de datos e información económica. Al Centro de Desarrollo Agroempresarial y Turístico del Huila y al Grupo de Investigación Nova, quienes con sus orientaciones, conocimientos valiosos y aportes al proyecto, contribuyeron a que esta investigación se adelantara en beneficio de la zona occidente, departamento del Huila.

Referencias

- Montenegro, Maritza Peña. La Importancia del Análisis de la Trayectoria Empresarial. Dialnet. [En línea] (2013). [Citado el: 25 de Julio de 2017.] <http://Dialnet-LalmportanciaDelAnalisisDeLaTrayectoriaEmpresarial-5967053.pdf>.
- Puerta, Gloria Inés. Cenicafé. Cenicafé. [En línea] (2000). [Citado el: 21 de Julio de 2017.] [http://www.cenicafe.org/es/publications/arc051\(01\)005-019.pdf](http://www.cenicafe.org/es/publications/arc051(01)005-019.pdf).
- Cenicafé. Cenicafé. Cenicafé. [En línea] Junio de (2013). [Citado el: 11 de Junio de 2017.] <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/500/1/Avt0432.pdf>.

Giraldo, Germán Andrés Méndez. (2004). Diseño de prototipo diagnóstico para la pequeña y mediana empresa, PYME. s.l. : U. Distrital Francisco José de Caldas.

Procolombia. [En línea] s.f. [Citado el: 18 de Julio de 2017.] <http://www.procolombia.co/actualidad-internacional/agroindustria/siete-tendencias-del-consumo-de-cafe-en-el-mundo-y-hacia-donde-exportarlo>.

Federación de Cafeteros. [En línea] s.f. [Citado el: 15 de Julio de 2017.] https://www.federaciondefcafeteros.org/particulares/es/buenas_noticias/huila_eje_del_nuevo_mapa_cafetero_colombiano/.

Instituto de Estudios Sociales Avanzados (IESA-CSIC). iesa.csic. [En línea] s.f. [Citado el: 20 de Julio de 2017.] http://www.iesa.csic.es/eventos/adjunto_6FEBRERO_2009.pdf.

Merlín Patricia Grueso Hinestroza Jorge Hernán Gómez Leonardo Garay Quintero. Procesos de asociatividad empresarial: Aproximaciones conceptuales e impacto económico, social y organizacional. Universidad del Rosario. [En línea] 2009. [Citado el: 20 de Julio de 2017.] http://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/3783/BI_44_5_2_10.pdf?sequence=5.

Agronet. (2016). Comparativo área, producción, rendimiento y participación municipal en el departamento por cultivo. Febrero 2017, de Agronet Sitio web: <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>

Cámara de Comercio de Neiva. (2015). Informe de Coyuntura Económica. Septiembre

2016, de Cámara de Comercio de Neiva Sitio web: <https://ccneiva.org/servicios-empresariales/informes-economicos/>

Comisión Regional de Productividad y Competitividad del Huila. (2010). Plan Regional de Competitividad del Departamento del Huila. Neiva.

Gobernación del Huila, Cámara de Comercio Neiva. (2015). Agenda Interna - Plan Regional de Competitividad del Huila. Neiva.

Martínez Gloria, Lemus María Fernanda, Pastes Kelly, Roncancio Geraldine. (2016). Capacidad del sector agroindustrial del occidente del Huila para afrontar procesos de internacionalización. Centro de Desarrollo Agroempresarial y Turístico del Huila: Editorial Surcolombiana.



ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DE EXTRACTOS ETANÓLICOS DE *BOUGAINVILLEA GLABRA* CHOISY (VERANERA)

ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF ETHANOLIC EXTRACTS OF *BOUGAINVILLEA GLABRA* CHOISY (VERANERA)

Laura Cardona Bedoya¹

Cristian Alonso Rodríguez González²

Alejandro Clavijo Maldonado³

Recibido: 28 de julio de 2017

Aceptado: 09 de octubre de 2017

Resumen

La *Bougainvillea glabra* Choisy es una planta trepadora de la familia de las *Nyctaginaceae*; la cual posee propiedades medicinales y es muy utilizada en la medicina tradicional para tratar tos, gripa o enfermedades gastrointestinales, también se le atribuye actividad frente a diferentes bacterias infecciosas. Por tal motivo se busca determinar si posee actividad antibacteriana frente a algunas bacterias patógenas las cuales causan diversas infecciones o enfermedades postquirúrgicas. Para esto se realizaron infusiones de hojas y flores con solvente alcohol etílico en una concentración al 96% y las cuales se conservaron durante dos meses en refrigeración. Para evaluar la actividad antibacteriana se utilizó el método de difusión por disco frente a las cepas de *Staphylococcus aureus*, *Pseudomona aeruginosa* y *Escherichia coli* donde se diluyó la concentración de cada microorganismo al 1.5×10^8 UFC/ml; posteriormente fueron inoculadas en el medio de cultivo; después se depositó encima de éste los sensidiscos impregnados de los diferentes extractos; a cada prueba de susceptibilidad se le realizó su respectivo control para descartar la posibilidad de que fuera el alcohol etílico el que tuviera la actividad antibacteriana. Realizadas

1. Colombiana. Tecnóloga en procesos Biotecnológicos aplicados a la industria. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA del Centro de Automatización Industrial, Apoyo Tecnoacademia Sena regional Caldas. Investigador Grupo EAYERE email: lcardona21@misena.edu.co
2. Colombiano. Magíster Servicio Nacional de Aprendizaje SENA del Centro para la Formación cafetera, Instructor e investigador Grupo BIOSAN. Investigador grupo EAYER. email: alejandrocmvz@misena.edu.co
3. Colombiano. Esp. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA del Centro de Automatización Industrial, Facilitador Tecnoacademia SENA Regional Caldas. Bacteriólogo. Grupo EAYER. email: carodriguez880@misena.edu.co

estas pruebas se recolectaron los datos y se determinaron los promedios y porcentajes de inhibición de cada extracto y se hizo una prueba de normalidad Shapiro Wilks, en la cual se estableció que los extractos de hojas tienen una mayor actividad antibacteriana frente a las cepas de *S. aureus* con una inhibición de 65,3% y 55,5% y *P. aeruginosa* de 65,7% y 62,9%, representando así que nuestras infusiones tienen una actividad antibacteriana importante y característica.

Palabras clave: Antibacteriana, Bacterias, *Bougainvillea glabra* Choisy, Infusiones, Susceptibilidad

Abstract

The *Bougainvillea glabra* Choisy is a climbing plant of the *Nyctaginaceae* family; which has medicinal properties and is widely used in traditional medicine to treat cough, flu or gastrointestinal diseases, it is also attributed to its activity against different infectious bacteria. For this reason it is sought to determine if this plant possesses antibacterial activity against some pathogenic bacteria which cause various infections or post-surgical diseases. For this, infusions of leaves and flowers with solvent ethyl alcohol in a 96% concentration were carried out and they were preserved in refrigeration for two months. To evaluate the antibacterial activity, the disc diffusion method was used against the strains of *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Escherichia coli*, where the concentration of each microorganism was diluted to 1.5×10^8 CFU / ml; and were subsequently inoculated in the culture medium; Afterwards, the discs impregnated with the different extracts were deposited on it; to each susceptibility test was given its respective

control to rule out the possibility that it was the ethyl alcohol which had the antibacterial activity. After these tests were made the data were collected, the average and percentages of inhibition of each extract were determined and a Shapiro Wilks Normal Test was done; from this, it was possible to establish that the leaf extracts have a greater antibacterial activity against the strains of *S. aureus* with an inhibition of 65.3% and 55.5% and *P. aeruginosa* of 65.7% and 62.9%, thus representing that our infusions have an important and characteristic antibacterial activity.

Keywords: Antibacterial, Bacteria, *Bougainvillea glabra* Choisy, Infusions, Susceptibility.

Introducción

Las plantas medicinales han formado parte importante de la historia y cultura de los pueblos. El uso y aplicaciones para el remedio de enfermedades, constituye un conocimiento que se transmite en forma oral de generación en generación (Cosme, 2008).

Hoy en día las plantas medicinales son objeto de gran atención e importancia en el sistema sanitario y envuelve un interés incuestionable; por tal modo, la organización mundial de la salud en su programa "salud para todos en el 2000", recomienda la promoción de las medicinas tradicionales y las plantas medicinales, por su bajo costo y aceptación popular en la atención primaria en salud (Rivera et al, 2000).

El uso de la medicina tradicional se ha ampliado últimamente a partir de diferentes descubrimientos en los cuales han deducido que éstos ofrecen los mismos buenos resultados que



se obtienen de los fármacos pero sin sus efectos secundarios en determinados casos (Zambrana, 2005).

La resistencia bacteriana a múltiples sustancias es un problema de salud pública que se viene observando a nivel mundial después de la aparición de los antibióticos. El uso indiscriminado de los antibióticos y la presión selectiva ambiental realizada por antisépticos y desinfectantes han generado respuesta de supervivencia en los microorganismos (Cabrera et al, 2007).

Los mecanismos de resistencia adquirida y transmisible son los más importantes y consisten fundamentalmente en la producción de enzimas bacterianas que inactivan los antibióticos o en la aparición de modificaciones que impiden la llegada del fármaco al órgano donde se encuentra la infección o enfermedad (Daza, 1998).

La Bougainvillea es una planta muy común ornamentalmente, cultivada en los jardines tropicales y subtropicales del mundo. Crece como un arbusto, así como un escalador y pertenece a la familia *Nyctaginaceae* (Sahu & Saxena, 2012). Entre los constituyentes conocidos de la planta se encuentran el pinitol, betacianina, flavonoides, taninos y alcaloides, también se afirma que las hojas tienen efectos antiinflamatorios (Edwin et al, 2007).

Los microorganismos pueden generar resistencia a los medicamentos convencionales y la *B. glabra* tiene diversas propiedades, se busca determinar si posee actividad antibacteriana para así generar conciencia de la importancia del uso de plantas medicinales, antimicrobianas

y disminuir el consumo indiscriminado de fármacos o antibióticos sintéticos.

Materiales y Métodos

Material vegetal: Se recolectaron hojas y flores de *B. glabra* del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Regional Caldas con coordenadas 5°1'52N, 75°27'1W, dependiendo las características morfológicas de ésta especie y usando tijeras de jardinería.

Limpieza y desinfección del material vegetal: Este proceso se llevó a cabo en varias etapas: primero se lavaron las hojas y flores con agua potable, segundo se sumergió en alcohol etílico al 70% durante un minuto; tercero se empapó en hipoclorito de sodio en una concentración de 3% durante diez minutos y por último se lavaron con agua destilada estéril tres veces en recipientes distintos para eliminar los residuos procedentes de los desinfectantes que se usaron, posteriormente, el material vegetal se suspendió sobre láminas de papel filtro estéril para retirar el exceso de agua, esto se realizó dentro de una cabina de bioseguridad para que el material no corriera el riesgo de contaminarse.

Preparación de las infusiones: Se tomó el material vegetal y se pesó 16 gramos de hojas y flores húmedas, después se sumergió dentro de un frasco ámbar pequeño donde se agregó 100 ml del solvente, para esto se utilizó alcohol etílico 96%, se rotuló y se llevó a refrigeración por dos meses. Pasado este tiempo se realizó una filtración común con bomba de vacío para separar el extracto resultante del material vegetal y posteriormente se llevó a cabo una filtración por membrana para eliminar la carga microbiana encontrada en los extractos.

Selección de las cepas bacterianas: Las cepas seleccionadas para evaluar la actividad antibacteriana de estas infusiones fueron *Staphylococcus aureus* considerada la más virulenta, responsable de un amplio espectro de enfermedades, que van desde infecciones de la piel y tejidos blandos hasta infecciones graves que amenazan con la vida (Cervantes-García et al, 2014). *Pseudomona aeruginosa* es uno de los patógenos nosocomiales que frecuentemente causa enfermedad severa en los pacientes críticos, tanto en inmunocomprometidos como en inmunocompetentes (Lloria, 2009) y *Escherichia coli* una bacteria que causa graves enfermedades a través de los alimentos contaminados (OMS, 2016). Estas cepas fueron obtenidas del cepario del Laboratorio de Ciencias Básicas del Centro para la Formación Cafetera del Sena Regional Caldas.

Actividad antimicrobiana: Se evaluó la actividad antibacteriana de las diferentes infusiones de hojas y flores a través de la prueba de difusión de disco descrita por Bauer, Kirby, Sherris y Turck y publicada en el año de 1966 (Cavalieri et al, 2005), para determinar la susceptibilidad bacteriana a ciertos antimicrobianos. Ésta se realizó preparando un medio de cultivo o agar denominado Müller Hilton, el cual se depositó en cajas petri estériles donde se sembró una suspensión estandarizada de inóculo de la cepa seleccionada.

Para estandarizar la densidad del inóculo se usó una suspensión de sulfato de bario como estándar de turbidez que correspondió a un 0,5 del nefelómetro de Mc Farland. La densidad se corroboró con un espectrofotómetro.

Se preparó para cada cepa un tubo de caldo nutritivo donde se tomó con un asa en argolla una pequeña parte de la bacteria activada anteriormente en un agar brain heart infusión (BHI) y se inoculó a este caldo, después se comparó visualmente con una hoja blanca con líneas negras como contraste del patrón de Mc Farland, es decir, que el caldo tiene en relación al patrón 1.5×10^8 UFC/ml (Pasteran, 2008). Con un hisopo estéril se sumergió en el tubo con el inóculo estandarizado, posteriormente se retiró y se sembró en la caja Petri con el agar Müller Hilton usando la técnica de siembra masiva. Con ayuda de pinzas previamente flameadas se tomó un disco de papel filtro estéril de un diámetro de 6 mm, se sumergió uno por uno en las diferentes infusiones y se colocaron sobre la caja Petri ya inoculada.

Para cada infusión se realizaron dos cajas Petri, es decir que al final se contó con ocho cajas Petri, cuatro para infusión de hojas con alcohol etílico al 96% y las restantes con sensidiscos impregnados de la infusión de flores, por cepa bacteriana. Al final se contó con 24 cajas Petri realizadas por cepa bacteriana, lo cual corresponde a que una caja Petri contaba con tres discos de papel filtro impregnados de la infusión como réplica y tres cajas adicionales una para cada bacteria con un control respectivo en este caso sensidiscos impregnados solamente de alcohol etílico al 96%.

Estas pruebas se incubaron a 37°C durante 24 horas y se midió el diámetro de inhibición.

Pasado el periodo de incubación se recolectaron los datos suministrados por las pruebas de

susceptibilidad y se determinaron promedios y porcentajes de inhibición, también se realizó una prueba de normalidad Shapiro Wilks la cual determina si una muestra aleatoria presenta distribución normal.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos se pueden observar en las tablas 1, 2 y 3 de ensayos, promedios y porcentajes de susceptibilidad en las pruebas de difusión por disco y en la figura 1 de normalidad Shapiro Wilks.

Tabla 1. Ensayos de pruebas de difusión por disco de *Bougainvillea glabra* Choisy con solvente alcohol etílico al 96%.

Infusiones en etOH 96% - Halos de inhibición en mm					
<i>S. aureus</i> Flores	<i>S. aureus</i> Hoja	<i>P. aeruginosa</i> Flores	<i>P. aeruginosa</i> Hoja	<i>E. coli</i> Flores	<i>E. coli</i> Hoja
10.0	15.0	12.0	17.0	8.0	8.0
9.0	17.0	11.0	22.0	7.0	9.0
10.0	15.0	8.0	14.0	7.0	8.0
10.0	17.0	10.0	17.0	8.0	10.0
10.0	20.0	11.0	16.0	8.0	9.0
8.0	20.0	8.0	19.0	11.0	9.0
10.0	14.0	9.0	17.0	9.0	9.0
9.0	14.0	8.0	15.0	7.0	10.0
8.0	15.0	11.0	13.0	8.0	8.0
10.0	12.0	11.0	21.0	7.0	9.0
10.0	15.0	9.0	16.0	0.0	8.0
9.0	11.0	0.0	15.0	0.0	7.0

Fuente: Los autores.

Tabla 2. Promedio de susceptibilidad en pruebas de difusión por disco.

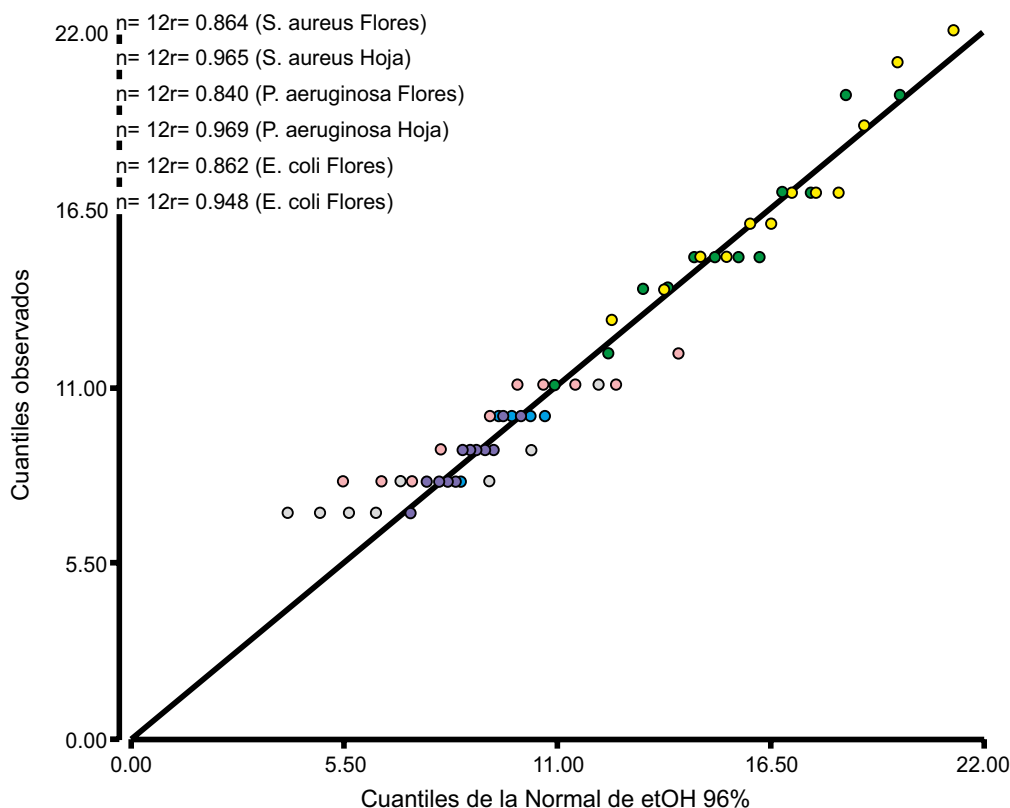
Infusiones/ Cepas bacterianas	Flores	Hojas	Control
<i>S. aureus</i>	9,5mm	17,3mm	8,6mm
	9,3mm	13,5mm	
<i>P. aeruginosa</i>	10,4mm	17,5mm	8mm
	9,3mm	16,2mm	
<i>E. coli</i>	7,6mm	8,8mm	8,3mm
	8,4mm	8,5mm	

Fuente: Los autores.

Tabla 3. Porcentajes de susceptibilidad en pruebas de difusión por disco.

Infusiones/ Cepas bacterianas	Flores	Hojas	Control
<i>S. aureus</i>	36,80%	65,30%	30,20%
	35,50%	55,50%	
<i>P. aeruginosa</i>	42,30%	65,70%	25%
	35,50%	62,90%	
<i>E. coli</i>	21%	31,80%	27,70%
	28,50%	29,40%	

Fuente: Los autores.



Fuente: Los autores.

De acuerdo a los resultados obtenidos, las infusiones con hojas de la Veranera presentan mayor actividad antibacteriana, con mejores resultados de susceptibilidad en las cepas de *S. aureus* con porcentajes de inhibición de 65,3% y 55,5% y *P. aeruginosa* de 65,7% y 62,9%, lo que permite identificar que las infusiones tienen una actividad antibacteriana importante y característica. En comparación con el estudio desarrollado en México por Oswaldo Javier Enciso Díaz, Alfonso Méndez Gutiérrez, titulado Actividad antibacteriana de *Bougainvillea glabra*, *Eucalyptus Globulus*, *Gnaphalium attenuatum* y propóleos recolectados en México donde la *B. glabra* presenta halos de inhibición frente a *S. aureus* de 13mm y frente a *E. coli* de 8mm en promedio y nuestros resultados frente a estas dos bacterias son de 9,5mm y 9,3mm de flores y 17,3mm y 13,5mm de hojas para *S. aureus* y

7,6mm y 8,4mm de flores y 8,8mm y 8,5mm de hojas para *E. coli*.

Conclusiones

Las infusiones realizadas con hojas de Veranera presentaron mejores resultados con porcentajes de inhibición frente a la cepa de *S. aureus* de 65,30% y 55,50% y *P. aeruginosa* de 65,70% y 62,90% en comparación con el mismo extracto de hojas en *E. coli* de 31,80 y 29,40% de inhibición. También es importante realizar la comparación frente a las infusiones de flores donde *S. aureus* inhibió en 36,80% y 35,50%, *P. aeruginosa* 42,30% y 35,50% y *E. coli* 21% y 28,50% y frente a los controles de 30,20% para *S. aureus*, 25% para *P. aeruginosa* y 27,70% para *E. coli*.



La Veranera es una planta que en Colombia no se ha estudiado con detenimiento ya que no es muy usual el consumo de esta planta en los hogares y las familias que ya la usan, no tienen claro cuáles sus verdaderas propiedades.

Datos de estudios realizados en India y México como: "Efecto antimicrobiano, antiulceroso y antidiarreico de las hojas de *Buganvillea* (*Bougainvillea glabra* Choisy) realizado en Madhya Pradesh, India y "Actividad antibacteriana de *Bougainvillea glabra*, *Eucalyptus globulus*, *Gnaphalium attenuatum* y propóleos recogidos en México" y los datos brindados por la investigación son de los más representativos, esto debido a que el método de extracción de las propiedades de esta planta pueden variar en eficacia y así hallarse una diferencia en los resultados.

Hasta el momento en nuestra búsqueda bibliográfica no hemos encontrado estudios donde la extracción de las propiedades de la Veranera se realice usando el método de infusión en frío.

Referencias

- Rivera A., Buitrón X. y Rodríguez P. (2000, Septiembre). Uso y comercio sostenible de plantas medicinales. Traffic América del sur. Disponible en: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/Traf-064.pdf>
- Cosme P.I. (2008). El uso de las plantas medicinales. Revista intercultural. Universidad Veracruzana intercultural. Disponible en: http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/8921/1/tra6_p23-26_2010-0.pdf
- Zambrana Á. T. (2005). Beneficios de la fitoterapia. Revista Cubana de Plantas Medicinales, 10(2). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962005000200001&lng=es&lng=es.
- Edwin E., Sheeja E., Toppo E., Tiwari V. y Dutt KR. (2007) Efecto antimicrobiano, antiulceroso y antidiarreico de las hojas de *Buganvillea* (*Bougainvillea glabra* Choisy). Ars Pharm. 48 (2): 135-144.
- Sahu N. y Saxena J. (2012). Análisis fitoquímico comparativo de *Bougainvillea glabra* Choisy y califonia oro. Revista Internacional de Farmacia y Biociencias. 247- 250.
- Daza Pérez R.M. (1998). Resistencia bacteriana a antimicrobianos: su importancia en la toma de decisiones en la práctica diaria. Información Terapéutica del Sistema Nacional de Salud, Madrid. Vol. 22, N. o 3
- Cabrera C. E., Gomez R.F., Zuñiga A. E. (2007). La resistencia de bacterias a antibióticos, antisépticos y desinfectantes una manifestación de los mecanismos de supervivencia y adaptación. Colombia médica. Vol. 38 Nº 2
- Cavalieri S.J. (2005). Manual de pruebas de susceptibilidad antimicrobiana. Catalogación en la publicación de la Biblioteca del Congreso
- Organización Mundial de la Salud, OMS. (2016, Octubre) Notas descriptivas, *E. coli*. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs125/es/>

Cervantes G. E., Garcia G.R. y Salazar S.M. (2014).
Características generales del *Staphylococcus aureus*. Revista latinoamericana de patología. 61 (1): 28-40

Lloria M. (2009). Manejo de las infecciones por organismos multirresistentes. Sociedad Argentina de terapia intensiva.

Lizcano R.A. y Vergara G.J. (2008). Evaluación de la actividad antimicrobiana de los extractos etanólicos y/o aceites esenciales de las especies vegetales *Valeriana pilosa*, *Hesperomeles ferruginea*, *Myrcianthes rhopaloides* y *Passiflora manicata* frente a microorganismos patógenos y fitopatogenos. Pontificia Universidad Javeriana.

Pasterán, M. G. (2008). Manual de Procedimientos Sensibilidad a los antimicrobianos.



HERRAMIENTAS DIDÁCTICAS PARA EL APRENDIZAJE DE QUÍMICA EN LA TECNOACADEMIA DE NEIVA CON IMPLEMENTACIÓN DE LA IMPRESIÓN EN 3D

DIDACTIC TOOLS FOR LEARNING CHEMISTRY WITH IMPLEMENTATION OF 3D PRINTING IN THE TECHNOACADEMY IN NEIVA.

Lisbeth Katherine Ramírez Antolínez¹
Annie Jacqueline Caviedes Molano²

Recibido: 02 de agosto de 2017
Aceptado: 09 de octubre de 2017

Resumen

El programa Tecnoacademia adscrito al SENA se encuentra dirigido a aprendices de octavo grado de las instituciones públicas de la ciudad de Neiva, gracias a esta estrategia se puede fortalecer los saberes en áreas básicas como la química aplicada con el fin de facilitar la movilidad de los jóvenes hacia la educación superior de nivel tecnológico y universitario. La mayoría de planteles educativos públicos en Neiva no incluyen la enseñanza y el aprendizaje de la química dentro de sus diseños curriculares en el grado octavo, razón que dificulta el rendimiento y el desarrollo del proyecto formativo de los aprendices seleccionados en la Tecnoacademia para la línea de química. El presente proyecto propone el diseño y la construcción de unos kit didácticos armables con contenido especializado en el área de química con el propósito de mejorar la motivación de los aprendices durante las clases abarcando temas como los elementos químicos de la tabla periódica, los instrumentos utilizados en el laboratorio para el desarrollo de experimentos, entre otros. Se ejecutó con los aprendices del semillero de investigación "MATROBINGS" quienes con ayuda del software de diseño asistido por computador SOLIDWORKS y la impresión 3D fabricaron un rompecabezas didáctico

1. Colombiana, Ingeniera mecánica de la Universidad Industrial de Santander; Candidata a Magíster de la Universidad Autónoma de Manizales. Facilitadora de robótica de la Tecnoacademia de Neiva SENA e investigadora Grupo Desarrollo social y tecnológico para el Centro de la Industria, la Empresa y los Servicios-Regional Huila. email: lramírez@sena.edu.co
2. Colombiana, Ingeniera Química de la Universidad de América, Magíster en Gestión de la Industria de los Hidrocarburos, Universidad de Viña del Mar. Facilitadora de Química Aplicada de la línea de Ciencias Básicas de Tecnoacademia de Neiva, e investigadora Grupo Desarrollo Social y Tecnológico para el Centro de la Industria, la Empresa y los Servicios- Regional Huila email: acaviedes@sena.edu.co

con la representación de los elementos químicos de la tabla periódica con el objetivo de facilitar su aprendizaje. En dirección a realizar la construcción de prototipos en tres dimensiones primero se elige la pieza de interés, se dibuja a través del software de modelado SOLIDWORKS, se procesa la geometría en el software Objet Studio, posteriormente se fabrica con la impresora 3D, y finalmente se realiza limpieza a través de una hidrolavadora. Esta herramienta innovadora beneficia a los aprendices de la Tecnoacademia en la enseñanza de la química.

Palabras clave: Educación, herramientas de enseñanza, impresión 3D, kit didáctico, química, SOLIDWORKS.

Abstract

The Tecnoacademia program attached to SENA is aimed at eighth-grade students of the public institutions of the city of Neiva, thanks to this strategy can strengthen the knowledge in basic areas such as applied chemistry in order to facilitate the mobility of young people towards higher education of technological and university level. The majority of public educational establishments in Neiva do not include the teaching and learning of chemistry within their curricular designs in the eighth grade, reason that hinders the performance and the development of the training project of the apprentices selected in the Tecnoacademia for the line of chemistry. The present project proposes the design and construction of a teaching toolkit with specialized content in the area of chemistry with the purpose of improving the motivation of the trainees during the classes covering topics such as the chemical elements of the periodic table, the instruments used in the

laboratory for the development of experiments, among others. The project is currently under execution with the apprentices of the research laboratory "MATROBINGS" who with the aid of computer-aided design software SOLIDWORKS and 3D printing made a didactic puzzle with the representation of the chemical elements of the periodic table with the goal of facilitating their learning. In the direction of constructing prototypes in three dimensions, the piece of interest is then chosen, drawn through the SOLIDWORKS modeling software, the geometry is processed in the objet studio software and later, it is manufactured with the 3D printer to pass finally to the process of cleaning through a hidrolavadora. This project will benefit Tecnoacademia trainees in Neiva, reducing desertion by implementing innovative teaching tools.

Keywords: Education, Teaching Tools, 3D printing, educational kit, chemistry, SOLIDWORKS.

Introducción

La importancia de la educación científica fundamentada en la química dentro de la formación para los aprendices que se encuentran cursando entre sexto y once grado de bachillerato. Donde el derecho a la educación se ha consolidado para todos, evidencia una realidad demandada por la sociedad de la información y el conocimiento del siglo XXI para seguir avanzando en la dirección que marcan los retos actualmente. La enseñanza de la química plantea la urgente necesidad de relacionar conceptos básicos, generalmente abstractos, con situaciones de la vida cotidiana y de este modo, motivar a los aprendices de manera que



se conviertan en seres pensantes e informados, con espíritu crítico y con la capacidad de tomar decisiones.

La química es una ciencia teórico-experimental calificada para movilizar la actividad cognitiva de los alumnos de forma creativa. De hecho, en un experimento de laboratorio se incorporan los órganos de la visión, audición, olfato y tacto, aptos para ayudar a contemplar de manera conjunta el "¿cómo?", el "¿por qué?" y el "¿para qué?" de lo que se aprende. Por esta concepción de conocimiento, el aprendiz participa en la construcción y reconstrucción del mismo, con presencia de diversas operaciones comprensivas, debiendo adoptar una toma de decisiones frente a la situación problema, a diferencia de un ejercicio de tipo automático. (Pozo, Puy Pérez, Domínguez, Gómez, & Postigo, 1.994).

Química aplicada es una de las líneas de ciencias básicas en la Tecnoacademia de Neiva, donde se implementa una estrategia en el proceso de enseñanza y aprendizaje, la cual consiste en la realización de proyectos de innovación a partir de una experiencia de la vida real o la solución a una problemática concreta donde los aprendices recopilan toda la información y la llevan a la práctica. Es por ésta razón que la enseñanza en la Tecnoacademia busca que los aprendices desarrollen habilidades científicas y actitudes requeridas para explorar fenómenos y resolver problemas. La búsqueda se centra en devolver el derecho de preguntar para aprender.

La enseñanza de la química tradicionalmente se ha desarrollado de manera repetitiva y mecánica, en la cual los aprendices adquieren una serie de herramientas para nombrar compuestos y reconocer reacciones, que en muchas ocasiones resulta poco significativas. Características que

van muy desligadas de la química y su objeto de explicar al mundo macroscópico desde lo microscópico y la representación del mismo a través del modelado. En esta investigación se propone diseñar, aplicar y analizar una estrategia didáctica para la enseñanza de la química desde los modelos moleculares, utilizando herramientas didácticas basadas en la tecnología 3D que permite establecer la tridimensionalidad de los elementos atómicos. La implementación de herramientas didácticas para el aprendizaje de la química en la Tecnoacademia de Neiva pretende mejorar la atención y el interés de los aprendices en un tema considerado el corazón de la química como es el estudio de los elementos de la tabla periódica rompiendo los esquemas de enseñanza tradicional de carácter repetitivo y aburrido. Con una tabla periódica en 3D se pueden abstraer mejor las interacciones moleculares de los elementos químicos.

El inicio de la impresión 3D se remonta a 1976, pero es hasta 2013 cuando los medios de comunicación empiezan a hablar de esta tecnología. Durante los últimos años los usuarios han utilizado las impresoras 3D para construir infinidad de cosas. Por ejemplo, en la medicina se han podido reducir costos al imprimir prótesis o incluso órganos en 3D. También lo han empezado a usar arquitectos para ofrecer a sus clientes maquetas de cómo quedaría el proyecto, o artistas para crear esculturas que hasta el momento sólo podían imaginar. ¿Y por qué no tener una impresora 3D en un centro educativo? Tecnoacademia le apuesta a la revolución de la fabricación digital para que sus aprendices sean entes activos a la hora de construir herramientas didácticas para el aprendizaje.

Tabla periódica de los elementos químicos

La tabla periódica es quizás el tema central asociado comúnmente al área de la química, se le ha considerado la piedra roseta de la naturaleza. Surge de la necesidad de organizar y sistematizar la información de las propiedades de los elementos, de diversa naturaleza, tanto físicas como químicas. La Tabla Periódica es la herramienta base para la comprensión de Química Inorgánica.

Dmitri Mendeléyev publicó en 1869 la primera versión de tabla periódica que fue ampliamente reconocida. La desarrolló para ilustrar tendencias

periódicas en las propiedades de los elementos entonces conocidos, ordenándolos basándose en sus propiedades químicas. La tabla periódica ocupa un lugar prominente en la química y en particular en sus estudios básicos en la enseñanza durante el bachillerato. La presencia de una tabla periódica es habitual en muchas aulas de todos los niveles educativos.

La organización de la tabla periódica va acorde a su número atómico, grupo y período. Los elementos químicos se ordenan según su número atómico, los elementos de una columna constituyen un grupo y los elementos de una fila horizontal constituyen un período.

¿Qué información hay en la tabla periódica?

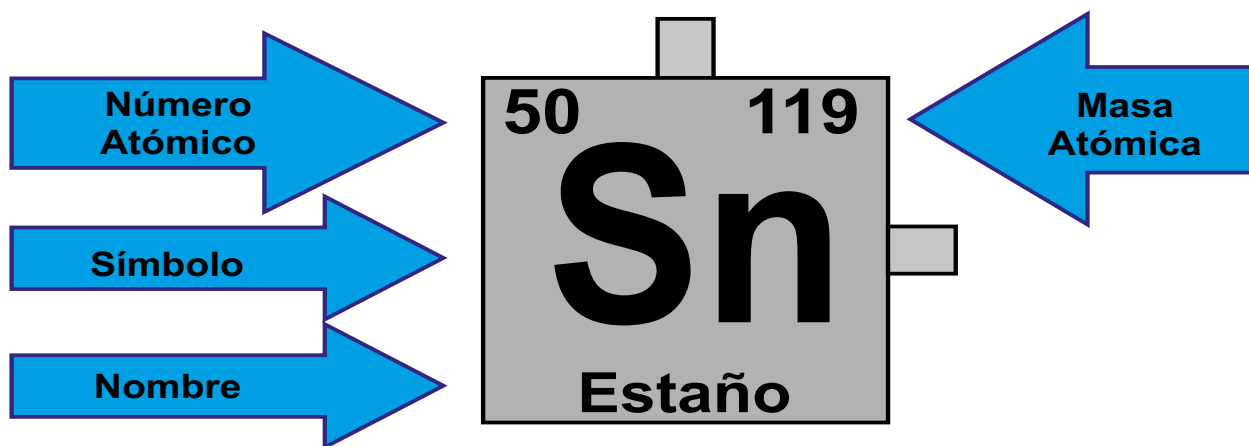


Figura 1. Información de la tabla periódica.

Fuente: Los autores

Materiales y métodos

La estrategia de Tecnoacademia elimina por completo el paradigma de la enseñanza tradicional, en la cual el docente se limita a transmitir sus conocimientos a los aprendices dentro del aula de clases. En este sentido, el facilitador de la Tecnoacademia pasa a tener el

rol de guía. Se convierte en un intermediario entre el conocimiento y su aprendiz, no solo se encarga de educar en la construcción del conocimiento, sino también fomentar el desarrollo de competencias orientadas a la innovación para que puedan desenvolverse en los escenarios productivos de la región.

La enseñanza de química aplicada mediante el uso de juegos didácticos permite al aprendiz desarrollar un conocimiento significativo con el contraste de hipótesis, trabajando de esta manera en el método científico.

Esta metodología les puede ayudar a pensar críticamente y a obtener confianza en su habilidad de resolver problemas (Pozo & Gómez, 1998).

Creación de base de datos a partir del análisis.

Tecnoacademia selecciona a los aprendices a través de una invitación a sus instalaciones en el evento de Divulgación Tecnológica denominado “exploración integral en ciencias básicas y tecnologías emergentes Tecnoacademia”, que consiste en realizar un recorrido por las diferentes tecnologías emergentes incluyendo la línea de química aplicada. Es en dicho momento

cuando los aprendices exploran esta línea, que interactúa con ellos a través de preguntas básicas en química.

Preguntas como ¿Qué es la Química? ¿Qué es un elemento químico? ¿Cuántos elementos químicos hay? ¿Cómo se les coloca el nombre a los elementos? ¿En qué proporciones se unen unos elementos con otros? ¿Qué es un número atómico? ¿Qué es la masa atómica? Se quedan sin respuestas ante el silencio inminente de los jóvenes. Esta situación evidencia que los aprendices del grado octavo aún no reciben formación en estos temas dentro de sus planteles educativos.

Para la fabricación de un kit didáctico en el área de química aplicada, los aprendices del semillero de investigación MATROBINGS utilizaron unos pasos de manera secuencial que se ilustran en la figura 2.

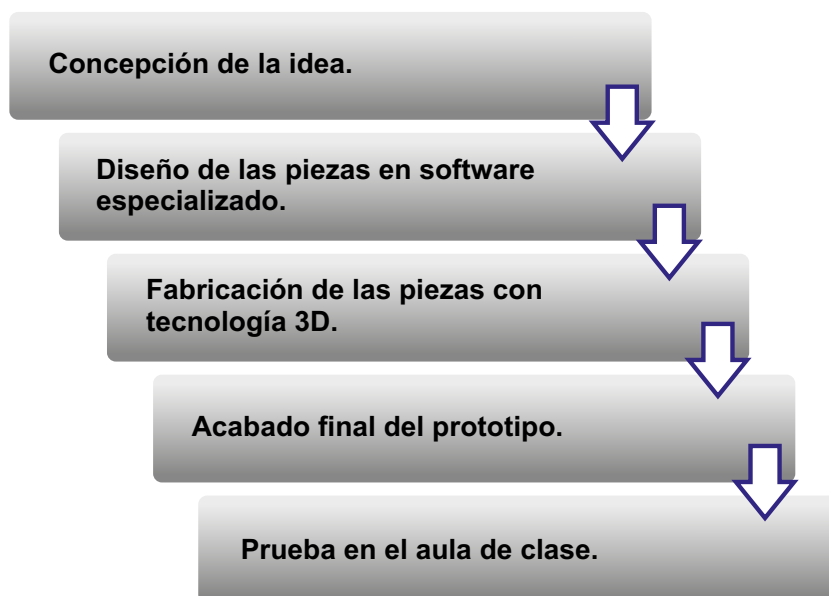


Figura. 2 Metodología para la construcción de un kit didáctico en química aplicada.

Fuente: Los autores.

Concepción de la idea

La primera fase consistió en definir el tema que se quería trabajar en la clase. Para este caso se explicó la conformación de los principales grupos de la tabla periódica. Los aprendices del semillero "MATROBINGS", seleccionaron el diseño por medio de bloques armables con el objetivo de cambiar el estudio tradicional y memorístico de la química, por un estudio más agradable en especial para los aprendices con problemas de aprendizaje.

Diseño de las piezas en software especializado.

Una vez establecida la forma cúbica, se determinó las dimensiones de tres centímetros

por cada lado para facilitar la manipulación a la hora de armar por columnas y filas. Para el diseño de los bloques se utilizó el software asistido por computadora SOLIDWORKS.

El proceso de diseño consistió en la selección de un plano dentro del espacio de trabajo, en este caso el plano "alzado" y por medio de las herramientas de "croquis" y "operaciones" se dibujó un cuadrado posteriormente extruido para el volumen deseado.

En la cara frontal de cada pieza se diseñaron en relieve los datos: Nombre del elemento químico, símbolo, número atómico y masa atómica. En la figura 3 se ejemplifica el bloque del elemento químico hierro.

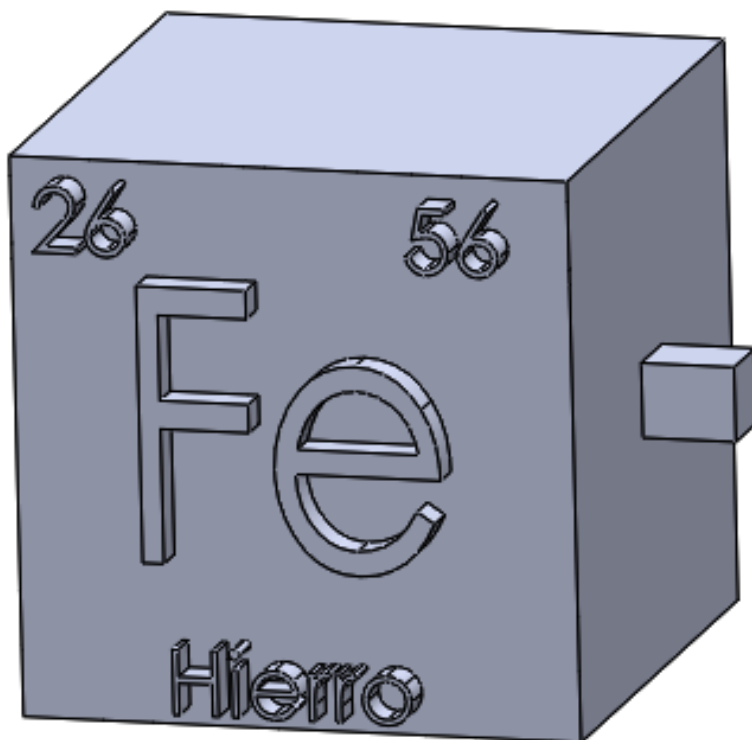


Figura 3. Bloque del Hierro.

Fuente: Los autores.

Con las herramientas mencionadas se diseñó cada uno de los bloques para completar el rompecabezas en tres dimensiones. Vale la pena resaltar que solo se tuvieron en cuenta los elementos químicos más comunes.



Figura 4. Aprendices del semillero de investigación "MATROBINGS".

Fuente: Los autores.

EL software de diseño SOLIDWORKS permite explorar, visualizar conceptos mediante renderizaciones fotorrealistas y simular el funcionamiento de una pieza en el mundo real, es flexible y facilita la modificación de un proyecto en segundos. "El ideal de un diseñador

es que las diferencias entre el primer prototipo físico de su diseño y las piezas de producción sean nulas" (Sánchez Sabé, n.d, 2017), esto se logra mediante el uso de dicho software, con la construcción y simulación virtual de piezas y ensambles.



Figura 5. Diseño bloque del calcio.

Fuente: Los autores.

Fabricación de las piezas con tecnología 3D.

La impresión 3D es una tecnología de fabricación digital de prototipos que implementa la técnica de la adición. Hoy en día esta tecnología se encuentra al alcance de aprendices, universitarios, alumnos de secundaria e incluso niños más pequeños. La impresión 3D se utiliza en las aulas para enseñar a la próxima generación cómo diseñar y crear objetos funcionales de nuevo (Balletti, Ballarin, & Guerra, 2017).

La Tecnoacademia de Neiva cuenta con la impresora Objet Eden 260V que facilita la creación de modelos de hasta $255 \times 252 \times 200$ mm (10,0 x 9,9 x 7,9 pulgadas) mediante un

sistema limpio y silencioso. El material para la fabricación de los bloques es un fotopolímero líquido rígido de color negro.

La impresora 3D imprime y cura al instante mediante luz ultravioleta las gotas de fotopolímero líquido. Se acumulan finas capas en la bandeja de construcción para crear un modelo o pieza en 3D. Si existen salientes o formas complejas que requieran soportes, la impresora 3D inyecta un material de base similar al gel que posteriormente puede ser eliminado. El tiempo de impresión promedio de cada bloque fue una hora y diez minutos, y el consumo de material modelado de 44 gramos y 18 gramos para el material de soporte.



Figura 6. Prototipo finalizado.

Fuente: Los autores.



Acabado final del prototipo.

Posterior al proceso de impresión sigue la remoción material soporte. Este paso se puede realizar manualmente o con uso de agua. Para el caso expuesto en este artículo se utilizó una hidrolavadora que permitió eliminar el exceso de material soporte. Este equipo tiene una presión

máxima de 1500 psi y maneja un caudal de 1.3 rpm. Este proceso debe realizarse con precaución para no dañar la pieza. Introducir la pieza y sellar la cámara de lavado, posteriormente con ayuda de la manguera y pedal para ajustar la presión. Se direcciona el agua hacia la pieza removiendo el material de soporte.



Figura 7. Remoción del material de soporte a través de la hidrolavadora.

Fuente: Los autores.

Prueba en el aula de clase.

Una vez obtenidos bloques, pasan a ser comprobados en el salón de clases por la funcionalidad y resistencia. Los cubos poseen agujeros y soportes para permitir el armado fácil y rápido.

Resultados y discusión

Una vez efectuada la metodología para la construcción de un kit didáctico en química aplicada se obtuvo un prototipo de rompecabezas armable en 3D para el aprendizaje de los elementos químicos de la tabla periódica. Los aprendices de la línea de química de la Tecnoacademia, adquieren conocimiento

de forma lúdica y construyen su propia tabla periódica, que aprecian y cuidan en el ambiente de formación: por ejemplo, al inicio de la clase armar un compuesto o molécula y esto, de forma indirecta, supone un beneficio para su posterior memorización.

El proyecto ha permitido cambiar la rutina de clases del segundo semestre y quizá por ello los aprendices han mejorado la forma de adquirir el conocimiento de la química en su formación dentro de la Tecnoacademia.

La implementación de ésta estrategia permite a los aprendices relacionar competencias básicas con otros contenidos curriculares tanto de competencias científicas y específicas destacando las competencias aprender a aprender y la competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico.

La incorporación de la impresión 3D en el aprendizaje de la química ha permitido a los aprendices de grado octavo de la Tecnoacademia ser los constructores de su propio aprendizaje, modelar sus propios elementos, moléculas y compuestos llevándolas a la realidad mediante usos y productos que usamos o comemos en la vida cotidiana y a los instructores darles la obligación de guiar responsablemente su proceso de aprendizaje.



Figura 8. Prototipo final.

Fuente: Los autores.



Figura 9. Exhibición del prototipo en la primera entrega de proyectos Tecnoacademia 2017.

Fuente: Los autores.



Conclusiones

El aprendizaje de la química ofrece mayores dificultades para su enseñanza por lo que este trabajo tuvo como objetivo identificar con cuáles materiales didácticos el aprendiz SENA iba a adquirir un mayor saber por medio de la aplicación de la impresión 3D.

La tabla periódica construida en la impresora 3D en la Tecnoacademia de Neiva permite un hecho diferencial con las tablas clásicas: interactuar con ella de manera que se vayan enlazando cada elemento químico, relacionar cada elemento (o sus compuestos); generalmente de uso cotidiano como el calcio de la leche, el potasio de los plátanos, el molibdeno de herramientas de acero inoxidable, el selenio del champú anticaspa, un lingote de oro entre otros. Al ser diseñada en bloques y con conectores permite que cada pieza encaje en otra sin importar la secuencia o la relación con cada elemento.

Con la aplicación de la impresión 3D se pretende automatizar un proceso en química, además de personalizarlo. Con el paso de los años, mediante la investigación y desarrollo tecnológico, el uso de la impresión 3D reinventa el aprendizaje de la química de manera creativa.

La tecnología de impresión 3D no conoce límites y con la investigación y recursos adecuados puede ser aplicable en cualquier campo de la enseñanza, sólo se necesita realizar un estudio exhaustivo de los materiales disponibles, de aquellos que se requieren, generar nuevas técnicas de enseñanza o adecuarlas mediante una impresora 3D y el material empleado.

Este estudio permitió implementar con los

aprendices nuevos estilos de enseñanza mediante la manipulación de objetos 3D, visualización, orientación, posición y resolución de problemas en el área de química.

Referencias

- Balletti, C., Ballarin, M., & Guerra, F. (2017). 3D printing: State of the art and future perspectives. *Journal of Cultural Heritage*. <http://doi.org/10.1016/j.culher.2017.02.010>.
- Bardají Luna, M., & Rodríguez Hidalgo, I. (2012). "La Química a escena" en el Museo de la Ciencia de Valladolid, una tabla periódica interactiva 3D y mucho más. *Anales de La Real Sociedad Española de Química*, 108(4), 328–333. Retrieved from <http://aplicacionesbiblioteca.udea.edu.co:2056/servlet/articulo?codigo=4104972>.
- Camargo Ayala, A. L. (2014). Estrategia didáctica para la enseñanza de la química orgánica utilizando cajas didácticas con modelos moleculares para estudiantes de media vocacional, 1–84. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/39522/1/analcamargoa2014.Pdf>.
- Campanario, J. M., & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? *Enseñanza de Las Ciencias*, 17(2), 179–192. Retrieved from <http://ddd.uab.cat/record/1437>.
- Chamizo, J. ., Sosa, P., & A, S. (n.d.). Modelo didáctico para el aprendizaje de la química básica con alumnos de bajo desempeño.
- Cruz Maldonado, R. I. (2016). La impresión tridimensional, una herramienta que

fortalece el proceso de enseñanza-aprendizaje del estudiante de diseño. Revista Innmoda Lab, 55–81.

Galagovsky, L. R. (2007). Enseñar química vs. Aprender química: una ecuación que no está balanceada. Lydia. Química Viva, 6. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86309909>.

Pozo, J. I., & Gómez, M. Á. (1998). Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Aprender Y Enseñar Ciencia: Del Conocimiento Cotidiano Al Conocimiento Científico, 152. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.

Pozo, J. I., Puy Pérez, M., Domínguez, J., Gómez, M. A., & Postigo, Y. (1994). La solución de problemas. La Solución de Problemas, 227.

Sánchez Sabé, J. (n.d.). SolidWorks: una herramienta de diseño, mucho más que CAD - Metalmecánica. Retrieved August 1, 2017, from <https://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/25851-SolidWorks-una-herramienta-de-diseno-mucho-mas-que-CAD.html>.

Redondo Ciércoles, M. F. (n.d.). Enseñanza de la física y la química en Europa: análisis comparativo de los sistemas educativos. Mario, 13 - 110.



ESTABLECIMIENTO DE LA PRIMERA ETAPA DE UN CULTIVO *IN VITRO* DE MORINGA (*MORINGA OLEIFERA* LAM.)

ESTABLISHMENT OF THE FIRST STAGE OF AN *IN VITRO* CULTURE OF MORINGA (*MORINGA OLEIFERA* LAM.)

Laura Estefanía Aguirre González¹

Laura Cardona Bedoya²

Catherine Gómez López³

Alejandro Clavijo Maldonado⁴

Recibido: 28 de julio de 2017

Aceptado: 09 de octubre de 2017

Resumen

Se validó la primera etapa de un sistema de micropropagación para la especie vegetal *M. oleifera*, para lo cual en condiciones de asepsia, semillas, segmentos nodales y láminas foliares fueron sometidas a desinfección y sembradas en medio basal MS en cabina de flujo laminar. La incubación se realizó en completa oscuridad a temperatura de 28°C posteriormente se implementó un fotoperiodo de 16 horas de luz y ocho de oscuridad (16:8). Se alcanzó una germinación de 26,7% para semillas de las cuales se tomaron nuevamente explantes sembrados asépticamente alcanzando un 90% de viabilidad. Se obtuvieron 34 microbrotes los cuales fueron sembrados en medio MS sin inoculación de reguladores de crecimiento. *M. oleifera* demuestra ser una especie de alta capacidad de regeneración *in vitro* y de promoción de nuevos brotes, al tiempo que posee una importante tasa de crecimiento radicular.

Palabras claves: *Moringa oleifera*, micropropagación, germinación, desinfección, contaminación.

1. Colombiana. Tecnóloga en Procesos Biotecnológicos Aplicados a la Industria Servicio Nacional de Aprendizaje SENA del Centro para la Formación Cafetera del SENA. email: laura.sag@misena.edu.co
2. Colombiana. Tecnóloga en Procesos Biotecnológicos Aplicados a la Industria Servicio Nacional de Aprendizaje SENA del Centro para la Formación Cafetera del SENA, investigadora Grupo EAYER. email: lcardona21@misena.edu.co
3. Colombiana. Magíster Servicio Nacional de Aprendizaje SENA del Centro de Servicios y Gestión Empresarial, Gestora Línea Biotecnología y Nanotecnología Tecno Parque Nodo Medellín. Investigadora Grupo GIGAT. email: katherinegom@misena.edu.co
4. Colombiano. Magíster Servicio Nacional de Aprendizaje SENA del Centro para la Formación Cafetera, instructor e investigador Grupo BIOSAN, Investigador Grupo EAYER. email: alejandrocvmz@misena.edu.co

Abstract

The first stage of a micropropagation system for the *M. oleifera* plant species was validated. For this purpose, under asepsis conditions, seeds, nodal segments and foliar sheets were subjected to disinfection and seeded in MS basal medium in laminar flow cabin. The incubation was performed in complete darkness at 28 ° C for a photoperiod of 16 hours of light and eight of darkness (16: 8). A germination of 26.7% was obtained for seeds from which aseptically seeded explants were taken again reaching 90% of viability. Subsequently, 34 micro sprouts were obtained which were seeded in MS medium without inoculation of growth regulators. *M. oleifera* proves to be a species of high capacity of in vitro regeneration and of promotion of new outbreaks, while owning a significant rate of root growth.

Keywords– *Moringa oleifera*, micropropagation, germination, disinfection, contamination.

Introducción

Moringa oleifera, conocido comúnmente como moringa, es un árbol perteneciente a la familia Moringaceae, nativo de las regiones meridionales del Himalaya. Debido a sus cualidades, como alta tolerancia al calor y resistencia a las sequías (Olson y Fahey, 2011; Salem, 2016), además de su elevado contenido nutricional y beneficios terapéuticos (Caceres et al., 1992; Fuglie y Fuglie, 2001; Bonal, Rivera y Bolívar, 2012), ha sido ampliamente cultivado en todas las regiones tropicales, subtropicales y semiáridas del mundo (Martín et al., 2013), incluyendo América (Del Toro, Carballo y Rocha, 2012).

Todas las partes del árbol pueden ser aprovechadas de diferentes maneras, las hojas son una fuente de proteínas, calcio, hierro, vitaminas, aminoácidos y compuestos antioxidantes, por lo que es usada tanto en la alimentación humana como animal (Fuglie, 1999; Fuglie y Fuglie, 2001; Fahey, 2005; Sultana y Anwar, 2008; Olson y Fahey, 2011; Agramonte et al., 2014; Villarreal, Angulo y Johana, 2014). Igualmente se emplean como forraje, para el control de plagas y producción de biogás (Martín et al., 2013). Las semillas se han empleado para la alimentación, aplicación en la medicina (Anwar et al., 2007; Posmontier, 2011), fertilizante agrícola (Becker, Foild y Makkar, 2001) y en el tratamiento de aguas (Kardam, 2010; Martín et al., 2013). Su aceite es utilizado en la industria de perfumes y cosméticos (Tsaknis et al., 1999), además de su aplicación en la producción de biodisel (Olson y Fahey, 2011). Debido a sus propiedades y múltiples aplicaciones el cultivo de *Moringa* representa una oportunidad potencial para agricultura sostenible y desarrollo de cultivos comerciales.

La importancia de la micropropagación de la moringa radica esencialmente en comprender mejor sus características de crecimiento bajo estas condiciones, la conservación de la especie ha sido altamente explotada, además de permitir la mejora de sus propiedades nutricionales obtenidas bajo este método a diferencia del cultivo convencional (Saini et al., 2012). Se ha descrito el cultivo *in vitro* de *M. oleifera* a partir de segmentos nodales o por semillas (Stephenson y Fahey, 2004; Islam et al., 2005; Steinitz et al., 2009; Marfori, 2010; Saini et al., 2012; Agramonte et al., 2014; Matos et al., 2016). El presente trabajo presentó los procesos de investigación aplicada en la Tecnoacademia Manizales como parte de la formación efectuada en el marco de la



estandarización de un sistema de cultivo *in vitro* de *M. oleifera* a partir de explantes y semillas, a las que posteriormente se le aplicaron procesos fitoquímicos.

Materiales y Métodos

Material vegetal

Se colectaron semillas en plantas adultas de *M. oleifera* de campo, las cuales se seleccionaron de acuerdo a la uniformidad en tamaño, sin evidencia de malformaciones o daños a nivel de la corteza, ausencia de humedad y de insectos colonizando las vainas. Cada una de estas fue empacada en un recipiente plástico limpio y debidamente rotulado y trasladado al laboratorio de Biotecnología Vegetal de la Tecnoacademia Manizales. Adicionalmente, se colectaron tallos jóvenes de las mismas plantas de los cuales se sembraron segmentos nodales y laminas foliares mediante propagación *in vitro*. Este material fue colectado ocho horas antes con el fin de evitar la deshidratación excesiva, empacado en recipientes plásticos herméticos, rotulados y transportados.

Establecimiento de medio de cultivo desinfección de material vegetal.

Se preparó medio basal MS-0 4,4 gr/L (Murashige y Skoog, 1962), 30 gr/L de sacarosa, 8 gr/L de agar-agar y 0,5 gr/L de carbón activado. El medio fue ajustado a pH de 5,7 a 5,8 mediante la adición de una solución de hidróxido de sodio (NaOH) 1.5 N empleando un pH metro SI Analytics Lab 855. Posteriormente, se sometió a esterilización en autoclave Tuttnauer a 121°C durante 15 minutos. Se dispuso de 30 mL de medio de cultivo en frascos para compota, 10 mL en cajas

Petri y 6 mL en tubos de ensayo pequeños, este procedimiento se realizó bajo cabina de flujo laminar y en presencia de llama, cerrando cada recipiente y sellándolo con papel Parafilm.

Entre tanto que gelificaba el medio por enfriamiento, se procedió a la desinfección de las semillas, lo cual consistió inicialmente en remoción de la testa para acelerar la germinación, luego lavado con agua jabonosa 7%(v/v) de concentración de solución detergente manteniendo la agitación constante durante 15 minutos. Posteriormente se sumergieron en alcohol (EtOH) al 70% (v/v) durante un minuto, hipoclorito de sodio (NaClO) al 5% (v/v) adicionado con dos gotas de una solución tensoactiva y disolvente de grasas (Tween 80) en 100 ml por seis minutos (figura 1-C), luego tres lavados con agua desionizada estéril y sumersión en 100 mL de ácido ascórbico a 200 ppm como antioxidante, por último secado en papel filtro estéril.

En la desinfección de hojas y tallos correspondiente a segmentos nodales se realizó el mismo proceso, solo que se redujo la concentración de NaClO a 3% (v/v) a fin de evitar fitotoxicidad. Antes de la siembra se realizaron cortes con pinzas y tijeras estériles en trozos de 1 cm² aproximadamente evitando la presencia de la nervadura central.

Las siembras se realizaron de manera aséptica, las semillas fueron sembradas en frascos para compota con 30 mL de medio, los tallos y láminas foliares en medio similar en tubos de ensayo y cajas Petri con 6 mL y 10 mL de medio respectivamente (figura 2). Para ninguno de los cultivos se empleó tratamiento hormonal. Todas las siembras se mantuvieron en oscuridad continua y temperatura aproximada de 28°C

hasta la germinación, luego se sometieron a fotoperíodo de 16:8 (16 horas luz y 8 de oscuridad) con luz blanca de tubos fluorescentes.

Posteriormente, de las plántulas germinadas, se seleccionaron aquellas que presentaran mayor tasa de crecimiento desarrollo radicular y foliar (figura 1-D a la G), las cuales en condiciones asépticas con la ayuda de pinzas y bisturí quirúrgico estériles se disecaron a fin

de obtener los ápices, los cuales nuevamente fueron sembrados en medio de cultivo similar al medio de siembra inicial (figura 1- H). El crecimiento se detectó aproximadamente a las dos semanas, por lo cual, bajo condiciones estériles se separaron los nudos obtenidos y se procedió a subcultivar en medio MS basal sin suplementación (figura 1-I). Se aplicó análisis estadístico completamente descriptivo.

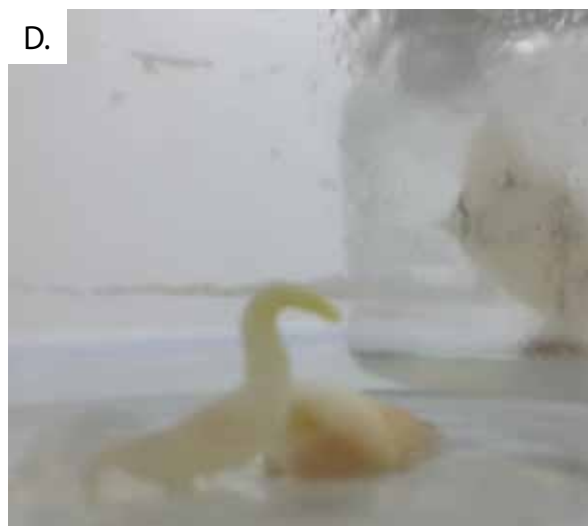






Figura 1. A. Semillas de moringa. B. Remoción de cutícula de semillas previa a su desinfección. C. Desinfección de semilla en NaClO. D. Germinación de semilla. E. Elongación de tallo en fotoperiodo. F. Crecimiento radicular de plántula. G. Desarrollo foliar de plántula. H. Segmento nodal extraído de planta micropropagada. I. Microbrotes de plántula micropropagada.

Fuente: Los autores.



Figura 2. Siembra de segmentos nodales de *M. Oleifera* en tubos de ensayo con medio basal MS.

Fuente: Los autores



Resultados y Discusión

El crecimiento de las plántulas se vio caracterizado por hojas de color blanquecino y tallo delgado lo cual fue cambiando a un color verde intenso y tallo engrosado al ser expuestas de manera continua a fotoperíodo.

Se detectó tasas de crecimiento en varias de las siembras razón de 1 cm diario alcanzando una altura de 10 cm en 15 días, aunque esta tasa de crecimiento no fue constante para todas las siembras. En adición, se observó un 26,7% de germinación en las semillas (Figura 1-D) las cuales brotaron solo hasta cuatro semanas después de la siembra y 0% de viabilidad de segmentos axilares y láminas foliares. Los porcentajes de contaminación fueron elevados donde el 28,9% corresponde a hongos filamentosos, bacterias o mixta en semillas, 89,5% por hongos especialmente y concomitante con fenolización en segmentos nodales y 17,1% por bacterias mayormente en láminas foliares. El restante de los explantes no tuvo actividad alguna de crecimiento.

De doce plántulas germinadas (26,7%) de manera exitosa, se seleccionaron cuatro que presentaron cualidades de crecimiento ideales, de estas se obtuvo siete segmentos apicales. No se observó contaminación y se tuvo una viabilidad del 90%. De estos siete segmentos se obtuvo 34 nudos o microbrotes los cuales no presentaron crecimiento al ser subcultivados.

Un sistema de cultivo *in vitro* exitoso implica condiciones asépticas adecuadas y un procedimiento de desinfección de material vegetal efectivo, al tiempo que se permita el bienestar de los tejidos sometidos evitando

fitotoxicidad. Adicionalmente, en el caso de la siembra de semillas de *M. oleifera*, es importante la remoción de la testa para estimular la germinación. Adicionalmente, se ha evidenciado que tiempos de exposición mayores de semillas en presencia de EtOH 70% y NaClO a concentración de 15% reduce la contaminación y aumenta la tasa de germinación hasta del 56% (Artiga, 2012), 80% (Muñoz, 2015), siendo para estos autores mayor porcentaje comparado con el presente estudio.

Si bien, los métodos de desinfección de semillas de *M. oleifera* varían en concentraciones y tiempos de tratamiento, las proporciones del medio de cultivo son semejantes entre los autores (Saini et al. 2012; Muñoz, 2015; Salem, 2016), por lo cual, es verificada la efectividad del medio basal MS para llevar a cabo el cultivo *in vitro* de esta especie al inducir la producción de brotes (Stephenson y Fahey, 2005; Muñoz, 2015). Por otra parte, para la inducción de brotes o nudos a partir de láminas foliares y segmentos nodales, es importante la presencia de citoquinas como la N⁶-benciladenina (BA) que es un estimulante mitótico para tejidos no meristemáticos y de auxinas como el ácido 1-naftalén acético (ANA) que promueve el crecimiento y diferenciación celular y vitaminas como el myo-inositol el cual es constituyente fundamental de membranas biológicas (Tirado y Perea, 2011; Ramírez et al. 2012). En este estudio no se emplearon reguladores hormonales de crecimiento ni adición de vitaminas, por lo cual, es deducible la ausencia de desarrollo en estos explantes ni tampoco en los 34 subcultivos de nudos o microbrotes. Saini et al. (2012), hallaron que la aplicación de 4,44 µM de BA permite un óptimo desarrollo de segmentos nodales lo cual fue verificado posteriormente por Agramonte et al. (2014). También se han descrito efectos

favorables de BA y AIA en cultivos a partir de semillas en otras especies (Pedroza-Manrique, 2009). Salem (2016), realizaron la propagación de semillas de *M. oleifera* empleando 5 μ M de BA obteniendo crecimiento de plántulas de 5 cm después de cuatro semanas.

Segmentos nodales y láminas foliares son más sensibles a los procesos de desinfección, ya que entre menos tiempo de exposición a EtOH 70% y NaClO, habrá mayor índice de contaminación pero habrá mayor porcentaje de viabilidad de explantes, entre tanto, que mayor tiempo habrá una pérdida significativa de superficie biológicamente activa en los explantes, en especial si estos proceden de explantes jóvenes (Magaña n.d.). Agramonte et al. (2014), reportaron que el tratamiento de NaClO al 1,5% (v/v) permitió mayor número de brotes y al 2% menos contaminación pero indujo necrosis de tejidos, Matos et al. (2016) con NaClO al 2% durante nueve minutos obtuvo menor tasa de germinación pero también menor contaminación que los tratamientos de cinco y siete minutos, resultados similares fueron los hallados por Artiga (2012).

Se evidenció que el carbón activado en concentración de 0,5 gr/L favorece el desarrollo radicular tras la germinación de semillas de *M. oleifera*, lo cual concuerda con Pedroza-Manrique (2009), además se evidencia menor presencia de fenolización en segmentos nodales.

Conclusiones

M. oleifera es una especie rústica con alta capacidad de regenerar y multiplicar nuevos brotes, al tiempo que posee una importante tasa de crecimiento radicular. Sin embargo, tal

capacidad se ve afectada drásticamente a causa de fenómenos de contaminación sea fúngica o bacteriana. Ante esto, es importante la correcta desinfección del material vegetal ya que es el principal factor de fracaso en la labor de cultivos in vitro. Por lo tanto, se debe contar con un plan de bioseguridad estricto en el cual se puedan controlar diferentes factores contaminantes: biológicos, químicos y físicos que puedan afectar la viabilidad del material micropropagado.

La sumersión de explantes en ácido ascórbico y la presencia de carbón activado en el medio de cultivo juegan un papel importante al controlar la fenolización y estimular el crecimiento del tejido vegetal, además, de tener efecto sinérgico con varios reguladores de crecimiento y diferenciación celular, especialmente para segmentos nodales.

El desarrollo de un sistema de micropropagación de *M. oleifera* implica la apertura a otros frentes de investigación, como la exploración fitoquímica de sus constituyentes, disponibilidad de material vegetal viable y sano para emprendimiento es sistemas silvopastoriles, alimentación humana y animal, manejo de aguas y biomateriales.

En procedimientos posteriores de micropropagación de *M. oleifera* se pretende incrementar los tiempos y concentraciones en las fases del tratamiento de desinfección, esto es aplicable especialmente en semillas al ser resistentes; para explantes como segmentos nodales y láminas foliares solo se modificarían los tiempos a fin de evitar fitotoxicidad. En adición, se pretende evaluar los efectos de reguladores como BA, ANA y myo-inositol.



Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo con el suministro de material vegetal a la Hacienda Guadalupe, del mismo modo a los Centros de Automatización Industrial en la Tecnoacademia Manizales, a TecnoParque Nodo Manizales del Sena Regional Caldas y a los revisores quienes con sus observaciones han contribuido en la mejor calidad del presente manuscrito.

Referencias

- Agramonte, D., Pons-Corona, M., Pérez, M., García-Águila, L., Freire-Seijo, M., & Jiménez-Terry, F. (2014). Obtención de plantas *in vitro* de *Moringa oleifera* Lam. var. PKM criolla a partir de segmentos nodales. *Biotecnología Vegetal*, 14(4).
- Anwar, F., Latif, S., Ashraf, M., & Gilani, A. H. (2007). *Moringa oleifera*: a food plant with multiple medicinal uses. *Phytotherapy research*, 21(1), 17-25.
- Artiga, S.M.E (2012). Efecto del BAP y 2,4-D en la inducción *in vitro* de tejido callogénico a partir de laminas foliares, segmentos peciolares y vitro-explantos hipocotiledonares y radicales de *Moringa oleifera*. Zamorano, Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria, Honduras. pp. 32.
- Becker, K., Foild, N., & Makkar, H. P. S. (2001). The Potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses. *Dar Es Salaam*.
- Bonal, R, Rivera RM, & Bolívar ME (2012) *Moringa oleifera*: una opción saludable para el bienestar. *MEDISAN*, 16(10): 1029-3019.
- Caceres, A., Saravia, A., Rizzo, S., Zabala, L., De Leon, E., & Nave, F. (1992). Pharmacologic properties of *Moringa oleifera*. 2: Screening for antispasmodic, antiinflammatory and diuretic activity. *Journal of Ethnopharmacology*, 36(3), 233-237.
- Del Toro Martínez, J. J., Carballo Herrera, A., & Rocha Román, L. (2012). Valoración de las propiedades nutricionales de *Moringa oleifera* en el departamento de Bolívar. *Revista de Ciencias*, 15, 23-30.
- Fahey, J. W. (2005). *Moringa oleifera*: A Review of the Medical Evidence for Its Nutritional, Therapeutic, and Prophylactic Properties. Part 1. *Trees for life Journal*, 1(5).
- Fuglie LJ (1999) The miracle tree: *Moringa oleifera*: natural nutrition for the tropics. Church World Service, Dakar.
- Fuglie, L. J., & Fuglie, J. (2001). The miracle tree: The multiple attributes of *Moringa* (No. SB 317. M67. M57 2001).
- Islam, S., Jahan, M. A. A., & Khatun, R. (2005). In vitro regeneration and multiplication of year-round fruit bearing *Moringa oleifera* L. *J Biol Sci*, 5, 145-148.
- Kardam, A., Raj, K. R., Arora, J. K., Srivastava, M. M., & Srivastava, S. (2010). Artificial neural network modeling for sorption of cadmium from aqueous system by shelled *Moringa oleifera* seed powder as an agricultural waste. *Journal of Water Resource and Protection*, 2(04), 339.
- Magaña, M. (n.d.). Developing a Standardized *in vitro* sterilization method for field-grown

- Moringa oleifera* explants. Department of Science, Faculty of Science and Technology. University of Belize. pp. 29.
- Marfori, E. C. (2011). Clonal micropropagation of *Moringa oleifera* L. The Philippine Agricultural Scientist, 93(4), 454-457.
- Martín, C., Martín, G., García, A., Fernández, T., Hernández, E., & Puls, J. (2013). Potenciales aplicaciones de *Moringa oleifera*. Una revisión crítica. Pastos y Forrajes, 36(2), 137-149.
- Martín, C., Martín, G., García, A., Fernández, T., Hernández, E., & Puls, J. (2013). Potenciales aplicaciones de *Moringa oleifera*. Una revisión crítica. Pastos y Forrajes, 36(2), 137-149.
- Matos Ruiz, A., Capote Betancourt, I., Pérez Martínez, A., Lezcano Más, Y., Aragón Abreu, C. E., Pina Morgado, D., & Escalona Morgado, M. (2016). Propagación *in vitro* de cultivares de *Moringa oleifera* Lam. Cultivos Tropicales, 37, 49-56.
- Olson, M. E., & Fahey, J. W. (2011). *Moringa oleifera*: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. Revista mexicana de biodiversidad, 82(4), 1071-1082.
- Muñoz, A.J.M. (2015). Desarrollo de un sistema de propagación *in vitro* y transformación genética de plantas de moringa (*Moringa oleifera* Lam). Centro de Ciencias Básicas, Departamento de Química. Universidad Autónoma de Aguascalientes. pp. 83.
- Pedroza-Manrique, J.A., Serrato-Muñoz, L.C., Castaño-Robayo, M. (2009). Efecto del carbón activado y ácido indol acético en el desarrollo de protocormos de *Masdevallia coccinea* Linden ex Lindl. y *Maxillaria nutans* Lindl.. *In vitro*. Revista Colombiana de Biotecnología, 12, (2), 86-102.
- Posmontier, B. (2011). The medicinal qualities of *Moringa oleifera*. Holistic nursing practice, 25(2), 80-87.
- Ramírez, H., Guevara, M.H., Escobar, P.R.H. (2012). Los reguladores de Crecimiento. En: Cultivo de Tejidos Vegetales Conceptos y Prácticas. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Pág. 65-80.
- Saini, R. K., Shetty, N. P., Giridhar, P., & Ravishankar, G. A. (2012). Rapid *in vitro* regeneration method for *Moringa oleifera* and performance evaluation of field grown nutritionally enriched tissue cultured plants. 3 Biotech, 2(3), 187-192.
- Salem, J. M. (2016). *In vitro* propagation of *Moringa oleifera* L. under salinity and ventilation conditions. Genetics and Plant Physiology, 6(1-2), 54-64.
- Steinitz, B., Tabib, Y., Gaba, V., Gefen, T., & Vaknin, Y. (2009). Vegetative micro-cloning to sustain biodiversity of threatened *Moringa* species. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 45(1), 65-71.
- Stephenson, K. K., & Fahey, J. W. (2004). Development of tissue culture methods for the rescue and propagation of endangered *Moringa* spp. germplasm. Economic botany, 58(sp1), S116-S124.



- Sultana, B., & Anwar, F. (2008). Flavonols (kaempferol, quercetin, myricetin) contents of selected fruits, vegetables and medicinal plants. *Food Chemistry*, 108(3), 879-884.
- Tirado, P.A.T., Perea, D.M. (2011). Cultivo de Tejidos Vegetales Cultivo de células y tejidos vegetales. En: *In Vitro* manual de prácticas de laboratorio. Editorial Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia. Pág. 21-24.
- Tsaknis, J., Lalas, S., Gergis, V., Dourtoglou, V., & Spiliotis, V. (1999). Characterization of *Moringa oleifera* variety Mbololo seed oil of Kenya. *Journal of Agricultural and food chemistry*, 47(11), 4495-4499.
- Villarreal Gómez, A., & Ortega Angulo, K. J. (2014). Review of characteristics and uses of the plant *Moringa oleifera*. *Investigación y Desarrollo*, 22(2), 309-33

ELABORACIÓN DE GOLOSINAS DE SÁBILA (*Aloe Barbadensis* Miller) POR EL MÉTODO DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA DIRECTA

ELABORATION OF ALOE CANDIES (*Aloe Barbadensis* Miller) BY THE DIRECT OSMOTIC DEHYDRATION METHOD

Teresa De Jesús Altamar Pérez¹
Oscar Javier Bolívar²
Nicolás Mercado³

Recibido: 28 de julio de 2017
Aceptado: 10 de octubre de 2017

Resumen

Este proyecto tuvo como fin elaborar golosinas de sábila que aporten energía y contengan las características nutricionales propias de la sábila, haciéndolo atractivo para todo tipo de público. Para ello se realizó un diseño experimental de seis tratamientos, en donde se estudian dos factores, la concentración de sólidos solubles del jarabe identificados en peso y tiempo de acción. La metodología utilizada consistió en someter tiras de pulpa de sábila, a un proceso de deshidratación osmótica, en soluciones de sacarosa, colorantes y saborizantes de origen vegetal; caracterizando los sólidos solubles (55°Brix, 75°Brix) y tiempos de acción (1, 2, 3 días) en el diseño experimental, valorando pérdida de peso y ganancia de sólidos solubles, utilizando el programa Statgraphics Plus. Una vez obtenidas las muestras son sometidas a un proceso de secado con aire forzado hasta alcanzar la humedad de 13 - 15%. Los resultados obtenidos registran que el tratamiento con mejor rendimiento es el tratamiento 6 (75 °Brix, 3 días de inmersión), evidenciándose un rendimiento en pérdida de peso de 65% y ganancia de 21°Brix. En cuanto al análisis bromatológico podemos concluir que contienen buenas porciones de calorías, carbohidratos, calcio, sodio y vitamina C,

1. Colombiana. Ingeniera de Alimentos, Especialista en Aseguramiento de la Calidad Microbiológica de los Alimentos. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA del Centro para el Desarrollo Agroeconómico y Agroindustrial, Universidad del Atlántico. Instructor e Investigador en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Grupo GIPAMA Y GIA. email: teresa.altamar@misena.edu.co
2. Colombiano. Ingeniero Agroindustrial Universidad del Atlántico. Especialista en Estudios Pedagógicos Corporación Universitaria de la costa (CUC). Grupo de Investigación GIA. email: oscarbolivar55@gmail.com
3. Colombiano. Ingeniero Agroindustrial Universidad del Atlántico. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA del Centro para el desarrollo Agroeconómico y Agroindustrial. Instructor e Investigador Ciencia y Tecnología. Grupo GIA. Candidato Magister logística integral. email: nicolico1@hotmail.com



proteína 3,06%, Carbohidratos 91,7gr, Calorías 380gr, Grasa 0,19gr, Sodio 33mg, Azúcares 0,13 y microbiológicos Coliformes Fecales y Totales, Mohos y Levaduras no son representativos. La evaluación sensorial demostró su aceptación por parte del consumidor siendo un 80% aceptado por el grupo conformado por 30 panelistas de distintas edades.

Palabras clave: °Brix, Concentración de Azúcares, Deshidratación Osmótica, Jarabe, Sábila (*Aloe Barbadensis* Miller).

Abstract

This project aimed to produce aloe candies that provide energy and contain the nutritional characteristics of aloe, making this product attractive to all kind of public. For this, an experimental design of six treatments was carried out, where two factors were studied, the concentration of soluble solids of the syrup identified by weight and time of action. The methodology used consisted of subjecting aloe pulp strips, to an osmotic dehydration process, in sucrose solutions, colorants and flavorings of vegetable origin; characterizing the soluble solids (55 ° Brix, 75 ° Brix) and action times (1, 2, 3 days) in the experimental design, evaluating weight loss and soluble solids gain using the Statgraphics Plus program. Once the samples have been obtained they are subjected to a drying process with forced air until reaching the humidity of 13 - 15%. The results obtained show that the treatment with the best performance is treatment 6 (75 ° Brix, 3 days of immersion), evidencing a yield in weight loss of 65% and a gain of 21 ° Brix. As for the bromatological analysis we can conclude that they contain good portions of calories, carbohydrates, calcium, sodium and

vitamin C. As for the bromatological analyzes, protein 3.06%, Carbohydrates 91.7gr, Calories 380gr, Fat 0.19g, Sodium 33mg, Sugars 0.13 and microbiological Fecal and Total Coliform, Molds and Yeasts are not representative. The sensorial evaluation showed its acceptance by the consumer being 80% accepted by the group of 30 panelists of different ages.

Keywords: °Brix, Concentration of Sugars, Osmotic Dehydration, Syrup, Aloe.

Introducción

En los últimos años la industria de los dulces ha avanzado de forma importante, ya que se han incorporado nuevos productos o ingredientes, que favorecen el sabor, el aroma, el color de los productos finales obtenidos; así mismo, han avanzado en las técnicas que contribuyen a su conservación, aspecto muy importante desde el punto vista comercial de esta industria. Las más frecuentes materias bases de los dulces y productos de confitería son: miel, azúcares, jarabe de glucosa, gomas, almidón, materias grasas, gelatinas, frutas, leche, clara y yema de huevo, ácidos orgánicos, edulcorantes, colorantes y aromatizantes naturales o sintéticos.

Las golosinas son “calorías vacías”, con un valor nutritivo casi nulo. Están constituidas básicamente por azúcares simples (fructosa, glucosa y sacarosa) de rápida asimilación, aditivos y colorantes artificiales para obtener los llamativos colores. Su nutriente mayoritario son los hidratos de carbono sencillos: glucosa, sacarosa y fructosa suponen entre un 70% y un 80% del peso. La proporción de proteína más común es del 5% - 6%. En la mayoría de las golosinas, la proteína se presenta en forma de

gelatina, que proporciona la textura gomosa típica de estos productos, y se caracteriza por una composición incompleta en aminoácidos ya que no aporta las cantidades necesarias de algunos esenciales: metionina, lisina y triptófano. No se les debe considerar como productos que aportan proteína.

En resumen, las golosinas representan un elevado aporte energético, poca proteína de escasa calidad, pocos minerales y ausencia de vitaminas, por lo que no deberían formar parte de la dieta habitual.

En la actualidad productores están en busca de aplicar productos novedosos que satisfagan las necesidades de sus clientes, requieren obtener productos más naturales y que aporten a su dieta diaria los nutrientes necesarios para lo que requieren y le interesa a los consumidores. La incorporación de nuevas materias primas de origen vegetal, para la producción de golosinas otorga una nueva imagen hacia el consumo de estos, proporcionándole además de las calorías antes mencionadas cantidades significativas de vitaminas, minerales y proteínas, haciéndolo más atractivo su consumo para niños y adultos. A través del presente estudio se incorpora al mercado un producto energético, nutritivo y con propiedades curativas como sería la golosina de sábila por el método de deshidratación osmótica.

Extensas documentaciones e investigaciones relacionadas con el uso de la sábila, demuestran su alto poder curativo, además de su elevado valor nutricional. En la actualidad la sábila se ha convertido en uno de los principales productos de la industria cosmetológica y farmacéutica. Puede encontrarse en muchas lociones y cosméticos para la piel, esto debido a que

contiene componentes activos para detener el dolor, la inflamación y estimular el crecimiento y la reparación de la piel.

El Aloe Vera tiene siete de los ocho aminoácidos esenciales para el cuerpo y dieciocho de los veintidós considerados como secundarios, también contiene 20 minerales, 12 vitaminas y 200 compuestos llamados fitonutrientes en un plan activo.

Existen varios procesos de deshidratación, sin embargo, estos métodos tienen la inconveniencia de someter el producto a altas temperaturas que pueden alterar sus propiedades organolépticas y nutritivas. La deshidratación osmótica (D.O) es un método no térmico de deshidratación mediante el cual se logró obtener productos de humedad intermedia con muy buena calidad organoléptica; permitiendo generar productos con características sensoriales similares a la materia prima de origen y al mismo tiempo conservar el producto.

Así mismo, se planteó la utilización del proceso de deshidratación osmótica como método de elaboración de una golosina de sábila, se establecieron parámetros para su elaboración y se obtuvo, por medio de un panel sensorial, el grado de aceptación del producto. Finalmente se determinaron la calidad nutricional y microbiológica del producto terminado.

Materiales y métodos

Para la elaboración de golosinas de sábila por el método de deshidratación osmótica, se utilizó como materia principal la especie de sábila, *Aloe Barbadensis* Miller, debido a su mayor cultivo y comercialización en la Costa Caribe. Los



materiales secundarios fueron colorante vegetal, sabor limón vegetal, sacarosa, agua y envases.

La base del método de investigación es de tipo experimental cuyo objetivo es elaborar golosinas de sábila usando la técnica de deshidratación osmótica, para consumo de cualquier población, obteniendo un producto de mejores características que las ofrecidas en el mercado actualmente.

En la elaboración de golosinas de sábila se tendrán en cuenta variables durante el proceso como tiempo de concentración de azúcar, concentración de sólidos solubles, características organolépticas, y al producto terminado análisis bromatológico, microbiológico y grado de aceptación de producto.

Preparación de la solución osmótica

La solución osmótica se prepara adicionando sacarosa en agua tratada hasta obtener los grados °Brix deseados para el ensayo. La mezcla se somete a calentamiento para facilitar la dilución del soluto en agua. Se adicionan también colorantes y saborizantes vegetales comestibles certificados.

La sábila se lava, rae y elimina el exceso de cristal, se trocea y éstos se sumergen en relación de 3:1, dentro de un recipiente de vidrio, que contiene el jarabe de concentraciones experimentales en varios períodos de tiempo determinado. Seguido a esto, se retiran las muestras de sábila, se escurren por 5 min, y se lavan con agua tibia para retirar el exceso de jarabe.

Luego se somete a proceso de secado hasta alcanzar la textura deseada del producto.

Empacado

El empaque debe proporcionar al producto protección sobre las características físicas de éste, además, impide la descomposición del mismo debido a la acción de microorganismos, para ello se utilizó un empaque plástico.

Diseño Experimental

Para la elaboración de la golosina se realizó un diseño experimental que consta de varias pruebas, en las cuales se estudian dos factores importantes, la concentración de sólidos solubles del jarabe y tiempo de acción de éste sobre la sábila.

Tabla 1. Factores valorados como diseño experimental.

Factor A	Sólidos solubles
A1	55 °Brix.
A2	75 °Brix.
Factor B	Tiempo de inmersión
B1	1 días.
B2	2 días.
B3	3 días.

Fuente: Los autores.

De la combinación de los factores A y B (sólidos solubles en el jarabe y tiempo de inmersión), se estructuraron 6 tratamientos que se detallan en el siguiente cuadro:

Tabla 2. Resultado de tratamientos

Tratamiento	Simbología	Descripción °Brix / días
T1	A1B1	55 / 1
T2	A1B2	55 / 2
T3	A1B3	55 / 3
T4	A2B1	75 / 1
T5	A2B2	75 / 2
T6	A2B3	75 / 3

Fuente: Los autores.

Variables Evaluadas

Se trata con dos tipos de variables:

Variables cuantitativas

Sólidos solubles (°Brix): se determinó mediante un refractómetro manual de escala 32 – 90 °Brix, para medir la concentración del jarabe y en el producto terminado.

Peso: se utilizó una gramera electrónica para pesar la sábila en su preparación en cada una de las fases del proceso, así, como la cantidad de azúcar, colorante y aromatizante, para la elaboración de la golosina.

Rendimiento: se determinó mediante la siguiente fórmula.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso Final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

Variables cualitativas

Análisis bromatológico y microbiológico: se utilizó para determinar las características fisicoquímicas del producto final, posteriormente se comparó con las características de la sábila en su estado natural y productos similares al que queremos llegar. Se aplicaron técnicas sugeridas por Laboratorio LABOMAR.

Análisis sensorial: se utilizó un panel constituido por 30 personas de diferentes edades, se evaluó la aceptación del producto por los consumidores a través de una prueba de preferencia y aceptación.

Resultados y discusión

Peso

Se realizó un análisis de varianza por el STATGRAPHICS PLUS para la pérdida de peso y observamos que, los efectos tienen valores –p menores de 0,05, indicando que son estadísticamente significativos sobre el peso con un 95% de confianza.

En la tabla 3, se puede ver la variación de cada tratamiento mostrando que los mejores rendimientos pertenecen a los tratamientos T4, T5 y T6 en cuanto a su pérdida de peso. Además, se visualizó la pérdida de peso promedio que presenta cada tratamiento, ratificando el tratamiento T6 como el mejor.

Tabla 3. Varianza de peso en cada tratamiento.

Tratamientos	Peso inicial (gr)	Promedio peso final (g)	Pérdida de peso promedio (gr)	Rendimiento (%)
T1	200	104	96	48
T2	200	98	102	51
T3	200	87	113	56,5
T4	200	80	120	60
T5	200	74	126	63
T6	200	70	130	65

Fuente: Los autores.

Grados Brix

Haciendo un análisis de varianza por el STATGRAPHICS PLUS para la pérdida de peso observamos que, los efectos tienen valores $-p$ menores de 0,05 indicando que son estadísticamente significativos sobre los grados Brix con un 95% de confianza.

En la tabla 4, se puede ver que el factor B (tiempo de inmersión) no influencia en la pérdida de grados Brix. Sin embargo, el factor A (concentración del jarabe) si muestra relación entre sus niveles de concentración y la pérdida de Brix en el jarabe al final del proceso de deshidratación, siendo los tratamientos de mayor concentración T4, T5 y T6 los que presentan mayor pérdida de Brix, siendo T6 el de mayor pérdida, con una diferencia mínima.

Tabla 4. Varianza de °Brix en los Tratamientos.

Tratamientos	°Brix Inicial	°Brix Final	Pérdida de °Brix
T1	55	40	15
T2	55	39	16
T3	55	38	17
T4	75	55	20
T5	75	55	20
T6	75	54	21

Fuente: Los autores.

Evaluación sensorial

De acuerdo con la tabla 5, podemos decir que la muestra de sábila tiene un 80% de aceptación entre los panelistas, equivalente de 24 personas, dentro de los cuales 15 marcaron la categoría "me gusta mucho" y los 9 restantes marcaron la categoría "me gusta ligeramente". Un 9.9% equivalente a 3 se sintieron inconformes con la muestra, donde a 2 les "disgustó ligeramente" el producto y uno solo le "disgusto mucho". El restante correspondiente a un 10% marcó la categoría "ni me gusta, ni me disgusta".

Tabla 5.
Resultado de evaluación sensorial.

Categoría	Número de catadores	Porcentaje (%)
Me gusta mucho	15	50
Me gusta ligeramente	9	30
Ni me gusta, ni me disgusta	3	10
Me disgustaría ligeramente	2	6.6
Me disgustaría mucho	1	3.3

Fuente: Los autores.

Análisis Bromatológico

Los análisis realizados por el laboratorio LABORMAR a la golosina de sábila muestran el contenido nutricional representado por su valor energético y la cantidad de proteínas, carbohidratos, azúcares, grasas, ácidos grasos saturados, fibra alimentaria, sodio y vitamina C.

Según el cuadro comparativo se puede observar que la golosina de sábila presenta una gran cantidad de sodio, carbohidratos y calorías necesarias para que el organismo realice sus funciones diarias. También se puede observar que no contiene grasa al igual que las otras marcas comparadas y que los niveles de azúcares totales son considerablemente más bajos que las demás marcas comparadas.

Los resultados obtenidos en el laboratorio

muestran que la golosina de sábila contiene menor cantidad de proteína que las marcas comparadas, sin embargo la proteína encontrada en la sábila es de mayor calidad que las utilizadas en las gomas convencionales ya que estas son compuestas principalmente de grenetina, la cual está constituida de colágeno, una proteína elaborada a base de hueso y piel de res o porcino. Ésta proteína carece de los principales aminoácidos esenciales para la nutrición humana.

Tabla 6. Resultado de la comparación de evaluación bromatológica.

	Golosina de sábila	Grissly	Ositos
Proteína (%)	3,06	6,25	3,75
Carbohidratos (Gr)	91,7	75	32,5
Calorías(gr)	380,8	312	337, 5
Grasa (gr)	0,19	0	0
Sodio (mg)	33,56	3,5	1,5
Azúcares (gr)	0,13	20,3	22,5

Fuente: Los autores

Análisis Microbiológicos

De acuerdo a los valores que se encuentran en la tabla 7 y los límites establecidos por la norma técnica colombiana NTC 424:2008 para dulces duros, demuestran que el producto no representa un peligro para la salud en su ingesta debido a que su NMP de coliformes totales y fecales son menores de 3. Además, se muestra que los valores de mesófilos aerobios, mohos y levaduras, y esporas sulfito reductoras

se encuentran por debajo de los parámetros, lo cual implica que el consumo de este producto no genera ningún daño a la salud humana.

Tabla 7. Resultado de análisis microbiológico

Descripción	Resultado	Valores de referencia	Métodos
Recuento de microorganismos aerobios esófilos	Menor 100	Menor de 1000	Recuento en placa
NMP de coliformes totales	Menor de 3	Menor de 3	Fermentación en tubos múltiples
NMP de coliformes fecales	Menor de 3	Menor de 3	Fermentación en tubos múltiples
Recuento de mohos y levaduras	Menor de 90	Menor de 100	Recuento en placa
recuento de esporas sulfito reductoras	Menor de 10	Menor de 10	Recuento en tubo

Fuente: Los autores.

Conclusiones

Las condiciones y métodos utilizados en la presente investigación permitieron elaborar una golosina de sábila (*Aloe Barbadensis* Miller) apta para consumo humano y se mantienen las propiedades de la sábila otorgando un valor nutricional al producto. De acuerdo a los valores obtenidos de los fenómenos macroscópicos de pérdida de peso y ganancia de sólidos solubles alcanzados durante el proceso de deshidratación se observó que la pérdida de peso está directamente influenciada a la concentración

de jarabe y al tiempo de inmersión, es decir, un aumento de la concentración lleva a una disminución del peso de la sábila. Para la ganancia de sólidos solubles la concentración de jarabe representa una variable influyente dentro de las transferencias de sólidos a la sábila, pero el tiempo de inmersión no tiene una variación en los valores del experimento.

Con respecto al rendimiento del proceso, se puede concluir de acuerdo a lo mencionado anteriormente, que el tratamiento que registra mejor rendimiento, con respecto a su pérdida de peso y ganancia de sólidos solubles, es el tratamiento T6 (75 °Brix, 3 días de inmersión).

De acuerdo a los análisis bromatológicos podemos concluir que la golosina de sábila contiene buena porción de calorías, carbohidratos, calcio, sodio y vitamina C. La cantidad de proteína presente en la golosina de sábila no es mayor a las comerciales, sin embargo, la proteína en la golosina de sábila es de mayor valor nutricional que las encontradas en la industria, ya que esta contiene los aminoácidos proporcionados por la sábila a diferencia de las proteínas que contienen las golosinas comerciales, las cuales están elaboradas a base de colágeno, siendo este de poco valor nutricional, al no contener los aminoácidos esenciales para el organismo.

En los análisis microbiológicos realizados podemos concluir que la muestra de la golosina de sábila que fue sometida al tratamiento No. 6 no representa ningún peligro a la salud humana ya que los valores de NMP de coliformes fecales y totales no son representativos al ser muy bajos y estar bajos los parámetros permitidos según la norma NTC 424:2008. Cabe resaltar que al no existir una norma que regule la producción de

gomas o golosinas blandas por los organismos de control nacionales o por la OMS se utilizó los parámetros estipulados para caramelos duros que se encuentran en la NTC 424:2008. La presencia de mesófilos aerobios, mohos y levaduras en la golosina se encuentran dentro de los parámetros permitidos, según la norma.

La evaluación sensorial realizada a la golosina de sábila demostró su aceptación por parte del consumidor, siendo un 80% aceptado por el grupo de 30 panelistas de distintas edades, quienes en su mayoría marcaron la categoría de "me gusta mucho". Solo un 9.9% de los panelistas mostraron desagrado hacia el producto y el porcentaje restante son personas neutras los cuales pueden o no ser consumidores. El otro 10% de los panelistas no mostraron ninguna inconformidad hacia el producto pero tampoco mostraron agrado hacia éste, convirtiéndolos en posibles consumidores del producto.

En conclusión la elaboración de la golosina de sábila (*Aloe Barbadensis* Miller) por medio del proceso de deshidratación osmótica es una alternativa de consumo seguro de dulces para niños y adultos de todas las edades ya que aporta valor nutricional y energético necesarios para su dieta diaria, además de un gran número de vitaminas y minerales que contiene la sábila y las cuales quedan conferidas al producto final gracias a su proceso poco agresivo de elaboración.

Referencias

Barahona, E. Flores, J. Rosero, Y. (2006); Estudio de factibilidad para la creación de una empresa exportadora de pulpa de sábila

(*Aloe Vera*) en la provincia de Imbabura hacia el mercado Español. Tesis Negocios y Comercio Internacional. PUCE – SI Ibarra-Ecuador.

Barat, J; A, Andres; P, Fito. Deshidratación Osmótica de Alimentos. Universidad Politécnica de Valencia. Servicio de Publicaciones, Valencia España. 1998.

Billaux M-S. Los edulcorantes. En, La Alimentación Humana. Coordinadores: H Dupien, J-J Cuq, M-I Malewiak, C, Leynaud-Rouaud, A-M Berthier. Ed Bellaterra, 1997.

Bloomfield, F. Miracle plant Aloe vera, Century Publishing, 1985.

Cadena Productiva Sábila Colombia. (página web en línea). Disponible en: <http://sites.google.com/site/cadenaproductivasabilacolombia/> (Consulta: 2011, Mayo 24).

Colquichagua, D, (1999), Procesamiento de Alimentos - Marshmallows y Gomas, Editorial Diana Cornejo, Perú, Págs. 23 – 29

D. Arty/P.R.Ashurst. (1997). Procesado de Frutas. Editorial Acribia S.A. Zaragoza-España.

Fellows, P. (1994). Tecnología del procesado de los alimentos; Editorial Acribia S.A. España.

Frutas en almibar. (pagina web en linea) disponible: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2006228/teoria/obfrualm/p1.html> (Consulta: 2011 mayo 20).

G. Pita. Funciones de la Vitamina E en la nutrición humana. Rev Cubana Aliment Nutr 1997.



- G.R, Waller. Mangialico S, Ritchey C.R.A chemical investigation of *Aloe barbadensis* Miller. Proceedings of the Oklahoma Academy of Science 1978.
- Guzman, J. (1999). La Zábila. Espasande S.R.L. Editores. Caracas - Venezuela.
- Lery F. El azúcar, los productos azucaradas, el chocolate. En, La Alimentación Humana. Coordinadores: H Dupien, J-J Cuq, M-I Malewiak, C, Leynaud-Rouaud, A-M Berthier. Ed Bellaterra, 1997.
- Navarro Restrepo, Juan. Manual Práctico Penca de Sábila, Colombia.
- May, Ana. El Poder Curativo de la Sábila, Editorial Tomo, México D.F
- Mataix J. Tabla de Composición de Alimentos Españoles. ((2ª ed aumentada) ed), Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos., Univ. Granada, 1995.
- Ody, P. (1996). Las Plantas Medicinales. Javier Vergara Editor S.A.3ra Edición. Italia.
- Raoult - Wack, A. Recent advances in the osmotic dehydration foods. Trends food Sci. Technol.5:255-260.1994.
- Sagrera, F. (1996). Enciclopedia de Medicina Natural. Medicinas Alternativas. Edición Ltda. Bogotá-Colombia.
- Skousen, Max B. Manual del Savila "Aloe vera", Universal Concepts, Huntington Beach, California USA 1980.
- Terranova Eds (2001). Ingeniería y Agroindustria. 2da Edición. Colombia.
- Torreggiani, D. Osmotic dehydration in fruit and vegetables processing. Food res. Int. 26:59-68.1993.
- Vega G. Antonio, ampuro C. Nevenka, DÍAZ N. Luis, LEMUS M. Roberto. El aloe vera (*Aloe Barbadensis* Miller) como componente de alimentos funcionales. Departamento de Ingeniería en Alimentos, Universidad de La Serena, La Serena, Chile.

Parámetros de publicación para autores

La Revista NOVA es una publicación del Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación del SENA - SENNOVA para fortalecer y visibilizar la investigación en Colombia. Se propone publicar artículos de alta calidad científica para promover y divulgar los resultados de investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación enfocados hacia la industria, con el fin de establecer un intercambio científico activo a nivel local, regional y global.

Objeto de la convocatoria

Convocar a los investigadores de los Centros de Formación Profesional del SENA y grupos de investigación para que presenten artículos producto de la investigación aplicada, la innovación y el desarrollo tecnológico, tendientes al fortalecimiento de la visibilidad y difusión de resultados, a través de las siguientes modalidades:

A. Artículos científicos terminados que muestren resultados de investigación aplicada, innovación y desarrollo tecnológico. Máximo 15 páginas.

B. Artículos de reflexión que presenten resultados de investigación aplicada, innovación y desarrollo tecnológico desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor. Máximo 15 páginas.

C. Artículos de revisión que analicen, sistematicen e integren los resultados de investigaciones publicadas o no, sobre investigación aplicada, innovación y desarrollo tecnológico con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo. Máximo 15 páginas.

D. Artículos cortos que presenten resultados originales, preliminares o parciales, de investigación aplicada, innovación y desarrollo tecnológico. Máximo 10 páginas.

Requisitos de participación

Envío de resúmenes

1. Los autores interesados en publicar deben enviar un resumen de su artículo al correo hcoronado@sena.edu.co máximo de 400 palabras, en el que identifiquen la investigación de la cual se origina su artículo, el problema que se aborda, la metodología y los resultados obtenidos.

2. El resumen debe ir acompañado de la siguiente información:

- Título del artículo (en español).
- Datos del autor o los autores con los nombres y apellidos completos.
- Fecha elaboración del resumen.
- Centro de formación al que pertenece.
- Grupo de investigación al que pertenece.
- Línea de investigación o Red de Conocimiento a la que pertenece.
- Correo electrónico de los autores.
- Dirección, teléfono fijo, celular.

3. La recepción de los resúmenes no implica necesariamente la publicación del artículo en tanto los textos deben seguir un riguroso proceso de evaluación realizado por pares académicos.

4. Las personas cuyos resúmenes sean aprobados recibirán un correo electrónico con el plazo máximo de entrega del artículo final.



5. Si los árbitros llegaran a sugerir ajustes, los autores se comprometerán a entregar la nueva versión en un plazo no mayor a dos semanas (15 días calendarios), luego de recibidas las observaciones.

Parámetros de publicación:

1. Los artículos remitidos deben ser inéditos, originales, escritos en español o en inglés y no publicados con anterioridad o simultáneamente en otra revista o en línea.
2. Para su publicación, los artículos deben ser enviados en las fechas establecidas dentro del cronograma del proceso de edición; la recepción de los artículos se hará con el rigor de estas fechas.
3. Los artículos deben ser enviados al correo electrónico hcoronado@sena.edu.co
4. El proceso de producción editorial iniciará cuando los artículos cumplan con las características de entrega y presentación de documentos incluidas en este documento.
5. El autor o los autores deben presentar el artículo original en formato digital, o enviarlo por correo electrónico en una versión reciente de Microsoft Word, en tamaño carta, a espacio doble y en letra Arial de 11 puntos.
6. El artículo científico debe tener una extensión máxima de 15 páginas y una mínima de 10 páginas.
7. El artículo debe contener el título, resumen, palabras clave y cuerpo del trabajo (materiales y métodos, resultados, conclusiones y bibliografía).

8. En la primera página del artículo debe escribirse la siguiente información:

- a. Título del artículo (en español).
- b. Datos del autor o los autores con los nombres y apellidos completos.
- c. Fecha de recepción y aceptación del artículo.
- d. Reseña del autor o de los autores con una extensión máxima de 800 caracteres con formación, ocupación actual y cargos anteriores.
- e. Centro de formación al que pertenece.
- f. Grupo de investigación al que pertenece.
- g. Línea de investigación o Red de Conocimiento a la que pertenece.
- h. Correo electrónico de los autores.
- i. Dirección, teléfono fijo, celular.

9. Imágenes, gráficos y tablas. En caso de contener mapas, cuadros, tablas, fórmulas o ilustraciones, estas deben estar claramente descritas, en orden y en los programas originales o en los formatos gráficos: jpg, tiff o bmp, con resolución de 300 dpi (dots per inch o puntos por pulgada).

10. En el caso de tratarse de cuadros, tablas o gráficos de elaboración propia, es indispensable presentarlos en formato editable (por ejemplo en programa Excel).

11. La información de texto, gráficos e imágenes debe ser presentada en una sola tinta y debe tener la correspondiente autorización para su publicación.

12. Cada tabla, cuadro, figura o imagen debe llevar una leyenda que describa con claridad el material presentado y la fuente en normas APA.

13. En caso de ser necesario, se deben anexar los permisos para la reproducción de tablas,

- cuadros, figuras e imágenes que estén protegidos por el derecho de autor.
14. El artículo debe traer un resumen en español con una extensión máxima de 250 palabras que sinteticen los objetivos, metodología, resultados y conclusiones de la investigación.
 15. Se deben adicionar las palabras clave (de 4 a 6).
 16. Se deben presentar el resumen (Abstract) y las palabras clave (Keywords) en inglés.
 17. Los artículos de la revista de investigación utilizarán el sistema de referencias norma APA 2016.
 18. Los artículos serán sometidos a una evaluación del comité científico y editorial y de árbitros anónimos. Estos estudiarán cada artículo y decidirán si es conveniente su publicación.
 19. En algunos casos, podrán aceptar el artículo con algunas modificaciones o podrán sugerir la forma más adecuada para su presentación.
 20. El artículo definitivo se remite al autor o a los autores para la aprobación de su versión final.
 21. La aceptación y el rechazo para la publicación de este serán notificadas al autor a los autores, quienes conocerán el concepto de los jueces anónimos que lo evaluaron.
 22. En caso de ser aceptado, el autor o los autores deben firmar una autorización cuyo formato será suministrado por el profesional de apoyo a la gestión editorial. El documento se debe entregar en un archivo de Word (Versión 2000 en adelante).
 23. El autor o los autores recibirán tres ejemplares de la publicación una vez impresa.
 24. Si alguien ajeno al autor o a los autores presenta un artículo representándolo(s), debe adjuntar un poder que lo acredita como apoderado o una prueba de adquisición del derecho a publicar a nombre del autor o autores.