

Editorial

La *Unidad de Investigaciones* de la *Fundación Universitaria Agraria de Colombia* — UNIAGRARIA-, se complace en presentar a la Comunidad académica y científica, el segundo número de la *Revista de Investigaciones de Uniagraria*. El objetivo es continuar dando respuestas, a través del trabajo continuo de los investigadores, a los problemas y retos que presenta el mundo de hoy.

El Comité editorial de la Revista hace un llamado a todos los investigadores del país y del exterior para publicar sus artículos en nuestra Revista. Ello nos permitirá abrirnos a un mundo de investigadores mas amplio y a la vez cumplir con las exigencias de Colciencias en la cual se contempla que hasta un 30% de los autores pueden tener un vínculo a la institución editora, que en este caso es la Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Esto constituye un gran reto y a la vez un estímulo para los profesores investigadores que desarrollan su actividad académica en grupos y redes de investigación, con colegas de otras instituciones a nivel nacional e internacional para publicar sus artículos en la *Revista de Investigaciones de Uniagraria*.

Para este número se presentan los resultados de diferentes investigaciones enmarcadas dentro de las líneas institucionales de investigación.

En la sección de Desarrollo Rural y Regional Sostenible se presentan tres artículos, de los cuales dos están relacionados con las tecnologías de conservación de productos hortícolas minimamente procesados, donde se muestra una visión de las tecnologías disponibles y con potencial para ser aplicadas por la industria de alimentos para la conservación, buscando dar valor agregado a los productos y acceder a nuevos mercados.

El otro artículo “Influencia del tratamiento térmico sobre los cambios que sufren los compuestos polifenólicos en una mezcla de mora y hierbas aromáticas”, muestra el impacto de diferentes temperaturas aplicadas en el procesamiento en la integridad de los compuestos fenólicos, los cuales podrán ser utilizados en la elaboración de diferentes productos de la industria de alimentos.

La sección de Emprendimiento e Innovación incluye dos artículos, uno “Efecto del tipo de jarabe y la concentración en la osmodeshidratación de la mora, donde se desarrolla un nuevo producto para obtener moras osmodeshidratadas de alta calidad. Esta es una tecnología amigable con el ambiente, ya que no produce contaminación en su elaboración ni en su aplicación, contribuyendo de esta manera a la disminución de pérdidas en poscosecha que presenta este fruto, las cuales son elevadas en el país.

El otro artículo de esta sección titulado “Las tecnologías inteligentes y el aprendizaje” indaga sobre cuales son las metodologías y las didácticas a nivel activo que se pueden comprometer para el diseño y desarrollo de un ambiente de aprendizaje como apoyo al aprendizaje de los fundamentos de contabilidad para estudiantes de admi-

nistración. Además, desde un enfoque innovativo incursiona en el Neuromarketing, área del conocimiento que presenta resultados importantes respecto a la motivación, fijación y recordación de las marcas y/o productos para su posterior consumo.

La sección Ambiente y Sociedad incluye los siguientes artículos: el artículo “Gestión ambiental desde el ecodiseño”, resalta que los patrones de producción y consumo que presenta la sociedad requieren de medidas que busquen hacer un buen uso de los recursos naturales y reducir las emisiones derivadas de actividades de extracción, fabricación, comercialización y uso de productos. Esto es factible alcanzar mediante la implementación del ecodiseño, el cual se enmarca en las etapas claves de diseño y desarrollo, permitiendo determinar lineamientos importantes para la prevención de impactos ambientales negativos.

En esta misma sección se incluye el artículo “Evaluación de esteres etílicos de aceites usados y aceite de palma como biocombustibles”, que evalúa la influencia del tratamiento del aceite usado, el etanol anhidro tipo industrial en diferentes relaciones molares con dos tipos de catalizadores, con el fin de determinar el rendimiento sobre las reacciones.

Otro artículo de esta sección es el “Estudio sobre el comportamiento de los sistemas renal y cardiovascular en la Leishmaniasis visceral (LV) canina”, con enfoque de revisión conceptual. El estudio ilustra al lector sobre la LV canina y hace precisiones sobre esta fisiopatología en los sistemas cardiovascular y renal.

Finalmente esta sección, dentro de un enfoque humanístico, incluye el artículo “El Minotauro: una mirada Borgiana”, donde a partir del cuento fantástico del escritor Jorge Luis Borges “la casa de Asterión”, el concepto del personaje mítico griego del Minotauro cambió para las generaciones posteriores, adquiriendo una nueva dimensión.

Jesus Antonio Galvis Vanegas
Editor Unidad de Investigaciones

.....

* Ingeniero agrícola. Maestría en Ingeniería Agrícola, Doctorado en Ciencias Agropecuarias con énfasis en Filosofía de Cultivos.

Tecnologías de conservación de frutas y hortalizas mínimamente procesadas

Recibido: 5 de febrero de 2014

Aceptado: 29 de septiembre de 2014

Resumen

Los productos mínimamente procesados son demandados por un mercado en crecimiento, debido a que el consumidor busca productos con valor agregado y listos para su consumo; sin embargo, su comercialización está limitada por una vida útil corta y un rápido deterioro de sus componentes debido a daños en el tejido por las operaciones de procesamiento, los cuales influyen en la calidad sensorial del producto final debido principalmente a cambios enzimáticos, bioquímicos y de crecimiento microbiano. Por consiguiente, hay una necesidad de encontrar alternativas para la conservación de las frutas y vegetales frescos precortados, que permitan reducir al mínimo los cambios que ocurren en el tejido vegetal. Dentro de las alternativas que han sido propuestas, se tienen: la aplicación de agentes antimicrobianos, antioxidantes y calcio, recubrimientos comestibles y empaque bajo atmósferas modificadas. Por tanto, el objetivo de esta revisión es presentar una visión de las tecnologías disponibles y con potencial para ser empleadas por la industria hortofrutícola colombiana para la conservación de frutas y vegetales mínimamente procesados, de manera que se le dé valor agregado a nuestros productos y acceder a nuevos mercados.

Palabras clave: productos precortados, agentes antioxidantes y antimicrobianos, calcio, recubrimiento comestible, atmósferas modificadas y vida útil.

Conservation technologies of minimally processed fruits and vegetables

Abstract

Minimally processed products are demanded by a growing market because consumers are looking for value-added products and ready to eat, but their marketing is limited by a short life and rapid deterioration of their components due to damage tissue processing operations, this affect the sensory quality of the final product mainly due to enzymatic, biochemical changes and microbial growth. Consequently, there is a need to find alternatives for the conservation of fresh-cut fruits and vegetables, allowing to reduce to a minimum the changes occurring in plant tissue. Among the alternatives that have been proposed, they are:

.....
¹ Ingeniera de Producción Agroindustrial. MSc. Diseño y Gestión de Procesos con énfasis en Alimentos. Fundación Universitaria Agraria de Colombia - UNIAGRARIA, Docente Programa de Ingeniería de Alimentos. Bogotá, Colombia. Email: casas.nidia@uniagraria.edu.co

The application of antimicrobial and antioxidants agents, calcium, edible coatings and packaging under modified atmospheres. Therefore, the aim of this review is to present an overview of available technologies with the potential to be used by the Colombian agricultural industry for the conservation of minimally processed fruits and vegetables, so that you will give added value to our products and access to new markets.

Key Words: Pre-cut products, antimicrobial and antioxidants agents, calcium, edible coatings, modified atmospheres and shelf life.

Introducción

Los productos mínimamente procesados son demandados por un mercado que está en crecimiento, debido principalmente a que el consumidor está buscando productos hortofrutícolas con valor agregado, listo para su consumo, y que a su vez garantice su calidad nutricional, sensorial e inocuidad. Sin embargo, su comercialización exige una vida útil prolongada que permita llegar al consumidor con un producto en condiciones óptimas de calidad. Por consiguiente, se ha generado el desarrollo de nuevas tecnologías de conservación, dando lugar a los productos de IV gama, definidos como “aquellas frutas y hortalizas procesadas para aumentar su funcionalidad sin cambiar de forma apreciable sus propiedades originales” (Salunkhe & Desai, 1991).

El proceso de obtención de las frutas y vegetales precortados implican un cambio en el tejido, debido a que la integridad celular ha sufrido una disrupción por efecto del proceso de corte afectando la producción de etileno, tasa de respiración, degradación de las membranas, acumulación de metabolitos, pérdida de agua y deterioro microbiano; generando reacciones metabólicas, las cuales desencadenan en siete problemas principalmente: pérdida de peso por los procesos de exudación de líquidos de la fruta, aumento en la intensidad respiratoria del tejido por efecto del corte, alteraciones microbiológicas, pardeamiento y ablandamiento de los tejidos por acciones de enzimas presentes en la fruta, pérdida de nutrientes como vitaminas y de las caracterís-

ticas organolépticas propias del producto como: sabor, aroma y color (Oey et al., 2007).

Como mecanismo para la reducción de estos problemas, se requiere trabajar en dos frentes: (1) en relación al tejido vegetal, el cual es un tejido vivo en el que interactúan diversos fenómenos, reacciones, procesos de deshidratación, oxidación, elevada velocidad de respiración, actividad enzimática, algunas de las cuales, si no son controladas, pueden conducir a la rápida senescencia, y (2) la posibilidad de desarrollo microbiano, el cual es mayor debido a la mayor superficie expuesta, la presencia de jugos celulares, y al daño de los tejidos por el corte, por lo que la proliferación microbiológica debe ser minimizada y retardada (Piagentini et al., 2003).

Durante los últimos años, se han estudiado muchas técnicas para minimizar los efectos de los fenómenos degradativos en los productos mínimamente procesados y extender su vida útil, entre estos estudios se tienen: el empaque bajo atmósferas modificadas que permitan controlar los procesos respiratorios típicos de los tejidos vivos y retardar la senescencia (Allende et al., 2007), el empleo de agentes antioxidantes para evitar el oscurecimiento superficial (Amodio et al., 2011) y la aplicación de compuestos antimicrobianos para prevenir la proliferación de microorganismos causantes de alteraciones (Costa et al., 2011a), y el más reciente es el empleo de películas y recubrimientos comestibles (Dhall, 2013; Bierhals et al., 2011).

Por tanto, el objetivo de esta revisión es presentar una visión general de la microbiota que

influye en la pérdida de calidad en las frutas y vegetales precortados y las tecnologías disponibles para procesamiento de productos hortofrutícolas mínimamente procesados, las cuales tienen un alto potencial para ser empleadas en el procesamiento de las frutas y vegetales producidos en Colombia y son tecnologías que permiten incrementar la vida útil de estos productos.

Microbiología de las frutas y vegetales

Las frutas y vegetales por naturaleza presentan microorganismos en su parte externa, su presencia y número depende del tipo de producción, prácticas agronómicas, condiciones de cosecha y transporte (Olaimat & Holley, 2012), dentro de los microorganismos presentes se encuentran principalmente bacterias gram negativa, hongos y levaduras, entre estos cabe destacar: *E. Coli*, *Clostridium botulinum*, *Listeria Monocytogenes*, *Salmonella*, *Shigella*, *Staphylococcus aureus*; bacterias ácido lácticas como *Leuconostoc* y *Lactobacillus*, *Pseudomonas* spp., *Erwinia*, *Xanthomonas*, *Enterobacter*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Aspergillus* (Ramos et al., 2013; Goodburn & Wallace, 2013; De Azeredo et al., 2011).

Oliveira et al. (2010) reporta valores de 10^3 a 10^9 UFC/g de mesófilos en vegetales después de su cosecha. Asimismo, Abadías et al., (2008), reporta valores de mesófilos entre 4.3 y 8.9 log UFC/gr en vegetales frescos y de 2.0 to 7.1 log UFC/gr en frutas. Y en zanahoria reportan valores de 5,97 log UFC/gr de *E. coli* (O'Beirne et al., 2014).

Durante las etapas de pelado y corte, la superficie del producto se expone al aire y a la posible contaminación con bacterias, levaduras y mohos, debido a que la barrera protectora de la epidermis se rompe, lo que aumentará la disponibilidad de nutrientes y proporcionará grandes áreas de superficie que pueden facilitar el crecimiento microbiano (Ramos et al., 2013). Además, el daño mecánico causado a las células durante el procesamiento puede aumentar la

tasa senescencia del tejido, reduciendo su resistencia al deterioro microbiano, y la ausencia de tratamientos capaces de garantizar la estabilidad microbiana y el metabolismo activo de tejido de la fruta, aumentan el potencial crecimiento de los microorganismos disminuyendo la vida útil del producto (Plaza et al., 2014; Siroli et al., 2014).

Teniendo en cuenta que en muchos casos las frutas y hortalizas frescas se consumen crudas, se debe tener especial atención en el riesgo en la inocuidad y seguridad alimentaria que esto implica, por lo tanto, se deben implementar estrategias que reduzcan el riesgo microbiológico a lo largo del proceso de transformación de los productos mínimamente procesados aplicando métodos seguros de desinfección y de conservación que permitan garantizar un producto inocuo y con calidad óptima en relación con sus propiedades físicas y organolépticas. A continuación se describen las tecnologías: aplicación de agentes antioxidantes, antimicrobianos, soluciones de calcio, atmósferas modificadas y recubrimientos comestibles.

Agentes antioxidantes

Durante el procesamiento de los productos precortados, las células sufren un daño mecánico que se traduce en la deslocalización de las enzimas celulares y sus sustratos, que conduce a alteraciones bioquímicas como oscurecimiento enzimático, olores desagradables y ablandamiento de los tejidos (Rojas-Graü et al., 2006). Este fenómeno es causado por la acción de las enzimas, principalmente por la polifenoloxidasas (PPO), que en la presencia de oxígeno, convierte los compuestos fenólicos en pigmentos de color oscuro. Para retrasar este efecto, se sugiere la disminución del pH mediante la inmersión del producto en soluciones de ácidos orgánicos, agentes reductores, acidulantes, quelantes o compuestos que actúan directamente inhibiendo la PPO (Ahvenainen, 1996).

Dentro de los agentes antioxidantes empleados para reducir el impacto de la PPO, se tiene

la aplicación de ácido ascórbico, logrando una vida útil de 8 días para melón tratado con ácido ascórbico al 1 % empaquetado en bolsas PET (Lima et al., 2011), la aplicación de ácido cítrico a una concentración de 250 ppm junto con empaque en atmósferas modificadas, que permitió obtener 15 días de almacenamiento en rodajas de zanahoria Chantenay (González et al., 2010), y la combinación de ácido cítrico 1 % y ácido ascórbico al 4 % en cubos de papa fue efectivo en la reducción del oscurecimiento (Rinaldi et al., 2010). Sin embargo, estudios indican que las acciones de los ácidos ascórbico y cítrico tienen acción temporal (Özoglu & Bayindirli, 2002), por lo cual estos ácidos, en algunos casos, se emplean combinados con otros agentes.

Rojas-Graü et al., 2006, han aplicado compuestos que contienen compuestos thiol como inhibidores del pardeamiento enzimático, tales como la cisteína, N-acetilcisteína y glutatión reducido, estos compuestos reaccionan con las quinonas formando durante la fase inicial de las reacciones de pardeamiento enzimático productos incoloros. Rojas-Graü et al. (2007) encontró que la inmersión de rodajas de manzana Fuji en soluciones de N-acetilcisteína al 1 %, previene el pardeamiento superficial y preserva la apariencia inicial de las rodajas de manzana Fuji. Asimismo, soluciones de L-cisteína al 0,5 % ayuda a prevenir el pardeamiento en alcachofas frescas cortadas (Cabezas-Serrano et al., 2013), y si se reduce el pH a 3, su eficacia se mejora (Amodio et al., 2011).

Agentes antimicrobianos

Los agentes antimicrobianos son sustancias producidas por organismos vivos que son capaces de influir en el desarrollo de los microorganismos (Batista & Borges, 2013), y pueden ser aplicados, adicionándolos directamente sobre el alimento, sin embargo, este mecanismo genera cambios en la percepción sensorial principalmente en el sabor, y en algunos casos, presencia de microorganismos

en la superficie, o incorporándolos en el material de empaque, reduciendo el contacto directo con el alimento (Kuorwel et al., 2011).

Los agentes antimicrobianos pueden provenir de fuentes vegetales (hierbas y aceites esenciales), animales (lisozima, lactoferrina), microbios (nisina, natamicina) o polímeros antimicrobianos (quitosano). Siendo, los más empleados los extraídos de plantas como albahaca, tomillo, orégano, canela, clavo de olor y romero. Estos extractos contienen compuestos naturales como el timol, linalol, ácido cinámico y carvacrol con una amplia acción antimicrobiana frente a diferentes patógenos y microorganismos incluidos bacterias Gram-positivas, Gram-negativas, mohos y levaduras (Ramos et al., 2013).

Roller y Seedhar (2002) utilizaron soluciones de carvacrol de 5 - 15mM para inhibir el crecimiento microbiano en kiwi fresco precortado, encontrando una reducción entre 2 y 6 ciclos log durante 21 días a 4 °C, y Wang y Buta (2003) emplearon jasmonato de metilo, reportando que la calidad microbiológica de las rebanadas de kiwi se mantuvieron durante 3 semanas a 10 °C. Dentro de los últimos avances se tiene la aplicación de nanopartículas antimicrobianas de Ag-MMT en el envase de ensaladas de frutas frescas para su vida útil, tratamiento que permitió inhibir el crecimiento microbiano, manteniendo la calidad sensorial del producto (Costa et al., 2011a). Mientras, Ramos et al. (2013) probaron un sistema de envasado activo para fresas frescas basado en la liberación de carvacrol y timol en películas de polipropileno, encontrando que la adición de un 8 % en peso de polipropileno de los agentes antimicrobianos, presentan un efecto positivo en la extensión de la vida útil de las frutas, manteniendo su calidad y seguridad.

Aplicación de agentes de calcio

El calcio ayuda a mantener la estructura de la pared celular, debido a su capacidad para servir

como puente entre las sustancias pécticas, tanto de la pared celular como de la lámina media, formándose pectato cálcico que aporta estructura al tejido evitando el ablandamiento (Alandes et al., 2009). Se puede emplear diferentes tipos de sales, como el cloruro de calcio que a pesar de sus beneficios en la textura puede impartir sabores amargos no deseados (Varela et al., 2007), el lactato y propionato de calcio (Alandes et al., 2009). Asimismo, se ha reportado que la aplicación de baños cálcicos a temperaturas entre 40 y 60 °C favorecen la activación de la enzima pectin metil esterasa, desmetilando las pectinas de la pared celular, lo que permite la unión del Ca^{2+} endógeno o exógeno con los grupos carboxílicos libres de los polímeros de pectinas existentes, estabilizando la pared celular (Casas & Caez, 2011).

Rico et al. (2007) reporta que el uso de altas temperaturas incrementa la difusión de calcio en el tejido de zanahorias y mejoran la calidad, especialmente relacionado con el mantenimiento de la textura y una reducción del oscurecimiento en comparación con las bajas temperaturas, asimismo, indica que el tratamiento combinado de lactato de calcio con un tratamiento térmico ayuda en el mantenimiento de la turgencia de las células del tejido cortical y la reducción de la extensión de la lignificación en las zonas de borde de corte en las zanahorias. Por otro lado, Inam-ur-Raheem, et al. (2013) reportan que la aplicación de cloruro de calcio al 2,7 % y lactato de calcio al 3,6 % a temperaturas bajas, ayudan a retrasar la pérdida de la firmeza y el oscurecimiento de rebanadas de guayaba durante 8 días de almacenamiento a 5 °C.

El melón precortado es susceptible al ablandamiento durante el almacenamiento, por lo cual, Silveira et al. (2011), aplicaron a muestras de melón Galia soluciones de cloruro, citrato, lactato, ascorbato, tartrato, silicato, propionato y acetato de calcio, durante 1 minuto a 60 °C, encontrando que las sales de calcio reducen el crecimiento microbiano; sin embargo, cabe resaltar que el cloruro, el lactato y el ascorbato de calcio

mantuvieron mejor la firmeza y la percepción sensorial. Por su parte, Casas, & Caez (2011), evaluaron el efecto de cloruro de calcio, lactato de calcio y propionato de calcio (0,5 y 1 %) a 60 °C, en melón cantaloupe mínimamente procesado, encontrando un efecto positivo para lactato y cloruro de calcio al mantener la integridad de la pared celular permitiendo conservar las características del tejido del melón

La sandía precortada es otra fruta con una vida útil corta, debido a la lixiviación de sus jugos, pérdida de textura, color y sabor durante el almacenamiento, por lo cual Aguayo et al. (2013) evaluó el efecto del cloruro de calcio en sandía precortada almacenada en atmósferas modificadas, encontrando que la aplicación de baños de cloruro de calcio al 1 % a 45 °C, es un tratamiento eficaz para mantener la calidad del producto durante 8 días de almacenamiento a 5 °C.

Estudios en rábano indican que la inmersión de láminas de rábano en soluciones de ácido cítrico al 0,3 % durante 1 min a 50 °C, permite reducir la pérdida de color durante 10 días de almacenamiento (Goyeneche et al., 2014).

Empaque bajo Atmósferas Modificadas

La técnica de conservación en atmósferas modificadas (AM) consiste en empacar el producto en materiales con barrera a la difusión de gases, en los cuales se ha sustituido el aire que rodea el producto por un gas o mezcla de gases, para disminuir la actividad respiratoria, reducir el crecimiento microbiano y retrasar el deterioro enzimático con el propósito de extender la vida útil del producto (Ospina & Cartagena, 2008).

Esta tecnología ha sido empleada en diferentes tipos de matrices hortofrutícolas, entre estos estudios se destacan, el modelamiento de la tasa de respiración de brócoli mínimamente procesado y envasado a diferentes composiciones de la mezcla de gases (1 %, 5 %, 10 %, 15 % y 21 % de O_2 con la N_2 equilibrio, una mezcla de

10 % y 20 % de dióxido de carbono con el aire equilibrio y una mezcla al 3 % de O₂ y 15 % de CO₂ con la N₂ equilibrio), encontrando que la temperatura de almacenamiento y la composición de la atmósfera influye directamente en la velocidad de respiración del brócoli (Torrieri et al., 2010). Asimismo, Costa et al. (2011b), aplicaron atmósferas modificadas para la conservación de uva de mesa en diferentes películas compuestas de polipropileno orientado, encontrando que el ambiente generado no permitió prolongar la vida útil, debido a la deshidratación del producto durante el almacenamiento, afectando el equilibrio de la mezcla de gases. Por su parte, Simón et al. (2010) establecieron que la aplicación de atmósferas modificadas con concentraciones de CO₂ dentro de los paquetes que van desde 6,9 % a 3,1 % y, las concentraciones de O₂ que van desde 2 % a 6 %, para envasar rebanadas de champiñones a 5 °C, reducen los recuentos microbianos en 0,8 unidades log durante el almacenamiento.

Estudios en lechuga verde y morada crespa, mínimamente procesada, indican que el almacenamiento en una atmósfera modificada que contiene 5 % O₂, 5 % CO₂, 90 % N₂ y empacada en película PET/PEBD permite tener una vida útil de 15 días (Galvis et al., 2010). En el caso de tomate larga vida y zanahoria Chantenay, en rodajas, la mezcla de gases que mantiene las características de calidad físicoquímicas y sensoriales por 15 días es 2 % O₂, 10 % CO₂ y 88 % N₂ (Flórez, et al., 2010; González et al., 2010).

Recubrimientos comestibles

Los recubrimientos comestibles se definen como una capa delgada de material comestible que se aplica en forma líquida sobre el alimento por inmersión o por aspersión, formando un revestimiento sobre el producto, el cual actúa como barrera reduciendo la difusión de gases, y por tanto, retrasa el deterioro, reduce la pérdida de agua, controla el transporte de gases: O₂, CO₂

y etileno retarda los cambios de color, mejora la apariencia, disminuye la pérdida de aromas y se puede emplear para el transporte de sustancias tales como antioxidantes y antimicrobianos (Dhall, 2013).

Los recubrimientos comestibles, pueden estar constituidos por a) polisacáridos como: maltodextrina, carboximetilcelulosa, pectina, alginato, almidón, chitosan; estos recubrimientos son excelentes barreras de oxígeno pero no son efectivas barreras a la humedad debido a su naturaleza hidrofílica; b) proteínas como: proteína de soya, suero de leche, caseína, albúmina de huevo y colágeno, excelentes barreras de oxígeno, y c) lípidos como: cera de abejas, aceite mineral, aceite vegetal, cera de carnauba y parafina, las cuales presentan una barrera limitada al oxígeno y tienen buenas propiedades de barrera al vapor de agua (Lamikanra, 2002).

En los últimos años, se ha estudiado la aplicación de recubrimientos comestibles en diferentes matrices, entre estos, se tiene la aplicación de recubrimientos comestibles a base de alginato con ácido ascórbico y cítrico que permiten mantener el color de cubos de mango durante el almacenamiento (Robles-Sánchez et al., 2013). La aplicación de recubrimiento a base de quitosano en cortes de brócoli fresco que permite inhibir el amarillamiento y el crecimiento de microorganismos (Moreira et al., 2011) y en el caso de manzana, el recubrimiento de quitosano permitió mantener el color por 6 días y reducir el crecimiento microbiano (Pilon, L., et al., 2013).

En la piña cortada en rodajas, se ha ensayado la aplicación de recubrimientos comestibles a base de almidón con y sin lactato de calcio, encontrando que estos son eficientes en la reducción de la tasa respiratoria, pérdida de peso y mantenimiento de la calidad sensorial, pero no frente al crecimiento microbiológico (Bierhals et al., 2011); efecto similar se encontró en papas mínimamente procesadas recubiertas con almidón y ácido ascórbico, durante 16 días a 4 °C, donde el tratamiento combinado

permitió prevenir el pardeamiento enzimático y mantener la frescura y valor nutricional de la papa (Ojeda et al., 2013). Sobre rodajas de kiwi se aplicaron recubrimientos comestibles a partir de aloe vera, mostrando muy buenos resultados en la reducción de la tasa respiración y niveles de descomposición por microorganismos (Benítez et al., 2013).

Aplicación industrial

La clave principal para el éxito de las frutas y vegetales mínimamente procesados radica en la utilización de materia prima de excelente calidad obtenida mediante el cumplimiento de Buenas Prácticas Agrícolas y de Manufactura, en el empleo de técnicas de procesamiento que ayuden a conservar el producto, lo más similar al original y, sobre todo, en no romper la cadena de frío durante todo el proceso de elaboración, distribución y comercialización del producto. Sin embargo, el mantenimiento de la calidad de los productos frescos precortados sigue siendo un gran desafío para la industria alimentaria, debido principalmente a sus cortos tiempos de vida útil, los cuales se pueden extender por efecto de la aplicación de las tecnologías antes expuestas de forma individual o por la combinación de dos o más de ellas. A pesar de los beneficios obtenidos en la aplicación de las diferentes tecnologías en relación con la extensión de vida útil, calidad y seguridad microbiana, muchas de ellas son de aplicación muy limitada.

En el caso de los recubrimientos comestibles, hay mucho horizontes hacia donde se puede apuntar, entre ellas, las que anotan los autores Lin y Zhao (2007): mejorar las propiedades de barrera a la humedad de las películas hidrofílicas, mejorar la adherencia y durabilidad del recubrimiento, la calidad sensorial, ya que las capas aplicadas tienen un efecto sobre la aceptación del producto por parte del consumidor y, el escalamiento a nivel industrial, debido a que las frutas y hortalizas al

ser productos frágiles con un alto contenido de humedad, requieren de una protección frente a daños físicos durante la aplicación del recubrimiento y se debe prevenir la pérdida de humedad y deshidratación de la superficie durante el secado después de la aplicación de la película.

En el caso de la aplicación de tratamientos con calcio, se requiere trabajar en la oportunidad de desarrollar productos fortificados con calcio y en determinar la biodisponibilidad de este calcio, debido al aumento en la demanda de alimentos frescos y saludables, para ello, se pueden emplear mecanismos de incorporación como la impregnación al vacío y pruebas de in vivo para determinar la biodisponibilidad.

En conclusión, de acuerdo con los estudios enunciados en la revisión y las perspectivas planteadas, se demuestra que hace falta mucho por investigar; sin embargo, con lo que existe se genera una gran expectativa en relación con las grandes oportunidades para llevar estos estudios a la aplicación a nivel industrial, en la búsqueda del valor diferenciador y lograr que nuestros productos hortofrutícolas puedan llegar a otros países mediante la aplicación de estas metodologías de extensión de vida útil y de valor agregado.

Referencias bibliográficas

- Abadias, M., Usall, J., Anguera, M., Solsona, C., & Viñas, I. (2008). Microbiological quality of fresh, minimally-processed fruit and vegetables, and sprouts from retail establishments. *International Journal of Food Microbiology*, 123(1-2), 121–129.
- Aguayo, E., Gómez, E., Artés, F., Escalona, V.H., & Silveria, A.C. (2013). Hot water calcium dips to improve quality of fresh-cut watermelon. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 1012, 1013-1019.
- Ahvenainen, R. (1996). New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. *Trends Food Science Technology*, 7, 179–186.

- Alandes, L., Quiles, A., Pérez-Munuera, I., & Hernando, I. (2009). Improving the quality of fresh-cut apples, pears and melons using natural additives. *Journal of Food Science*, 74(2), S90-S96.
- Allende A., Marín A., Begoña, F., & Tomás-Barberán, M. (2007). Impact of combined postharvest treatments (UV-C light, gaseous O₃, superatmospheric O₂ and high CO₂) on health promoting compounds and shelf-life of strawberries. *Postharvest Biology and Technology*, 46, 201-211.
- Amodio, M. L., Cabezas-Serrano, A. B., Peri, G., & Colelli, G. (2011). Post-cutting quality changes of fresh-cut artichokes treated with different anti-browning agents as evaluated by image analysis. *Postharvest Biology and Technology*, 62(2), 213-220.
- Batista, A., & Borges, C. (2013). Métodos de conservação aplicados a melão minimamente processado. *Ciência Rural*, 43(5), 915-923.
- Benítez, S., Achaerandio, I., Sepulcre, F., & Pujolá, M. (2013). Aloe vera based edible coatings improve the quality of minimally processed 'Hayward' kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, 81, 29-36.
- Bierhals, V.S., Chiumarelli M., & Hubinger M.D. (2011). Effect of cassava starch coating on quality and shelf life of fresh-cut pineapple (*Ananas comosus* L. Merrill cv "Pérola"). *Journal of Food Science*, 76(1), E62-E72.
- Cabezas-Serrano, A. B., Amodio, M. L., & Colelli, G. (2013). Effect of solution pH of cysteine-based pre-treatments to prevent browning of fresh-cut artichokes. *Postharvest Biology and Technology*, 75, 17-23.
- Casas, N., Cáez, G. (2011). Cambios morfológicos y de calidad por aplicación de tres fuentes de calcio bajo tratamiento térmico suave en melón (*Cucumis melo* L.) fresco precortado. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 10(3), 431-444.
- Costa, C., Conte, A., Buonocore, G. G., & Del Nobile, M. A. (2011a). Antimicrobial silver-montmorillonite nanoparticles to prolong the shelf life of fresh fruit salad. *International Journal of Food Microbiology*, 148(3), 164-167.
- Costa, C., Lucera, A., Conte, A., Mastromatteo, M., Speranza, B., Antonacci, A., & Del Nobile, M. A. (2011b). Effects of passive and active modified atmosphere packaging conditions on ready-to-eat table grape. *Journal of Food Engineering*, 102(2), 115-121.
- De Azeredo, G. A., Stamford, T. L. M., Nunes, P. C., Gomes Neto, N. J., de Oliveira, M. E. G., & de Souza, E. L. (2011). Combined application of essential oils from *Origanum vulgare* L. and *Rosmarinus officinalis* L. to inhibit bacteria and autochthonous microflora associated with minimally processed vegetables. *Food Research International*, 44(5), 1541-1548.
- Dhall, R.K. (2013). Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(5), 435-450.
- Flórez, A., Galvis, J. A., & González, G. (2010). Manual de procesamiento y conservación de tomate (*Solanum lycopersicum*) variedades larga vida y cherry mínimamente procesadas. Bogotá: Fundación Universitaria Agraria de Colombia- Uniagraria.
- Galvis, J. A., González, G., & Flórez, A. (2010). Manual de procesamiento y conservación de lechugas (*Lactuca sativa*) mínimamente procesadas variedades verde y crespa morada. Bogotá: Fundación Universitaria Agraria de Colombia- Uniagraria.
- González, G., Galvis, J. A., & Flórez, A. (2010). Manual para zanahoria mínimamente procesada variedades Chantenay y Baby. Bogotá: Fundación Universitaria Agraria de Colombia- Uniagraria.
- Goodburn, C., & Wallace, C. (2013). The microbiological efficacy of decontamination methodologies for fresh produce: A review. *Food Control* 32(2), 418-427.
- Goyeneche, F., Agüero, M., Roura, S., & Scala K. (2014). Application of citric acid and mild

- heat shock to minimally processed sliced radish: Color evaluation. *Postharvest Biology and Technology*, 93, 106-113.
- Inam-ur-Raheem, M., Huma, N., Muhammad, F., & Ullah, A. (2013). Effect of calcium chloride and calcium lactate on quality and shelf-life of fresh-cut guava slices. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 50(3), 427-431.
- Kuorwel, K. K., Cran, M. J., Sonneveld, K., Miltz, J., & Bigger, S. W. (2011). Essential oils and their principal constituents as antimicrobial agents for synthetic packaging films. *Journal Food Science*, 76, R164-R177.
- Lamikanra O. (2002). Enzymatic effects of flavor and texture of fresh-cut fruits and vegetables. En O. Lamikanra, (ed.). *Fresh-Cut Fruits and Vegetables*. (pp. 126–185). Florida: CRC.
- Lima, L., Costa, S., Vieites, R., & Damatto, E. (2011). Efeito do ácido ascórbico em melões “Orange Flesh” minimamente processados. *Alimentos e Nutrição*, 22(2), 291-299.
- Lin D., & Zhao Y. (2007). Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 6, 60-75.
- Moreira, M., Roura, S., & Ponce, A. (2011). Effectiveness of chitosan edible coatings to improve microbiological and sensory quality of fresh cut broccoli. *LWT - Food Science and Technology*, 44(10), 2335-2341.
- O’Beirne, D., Gleeson, E., Auty, M., & Jordan, K. (2014). Effects of processing and storage variables on penetration and survival of *Escherichia coli* O157:H7 in fresh-cut packaged carrots. *Food Control* 40, 71-77.
- Oey, M. L., Vanstreels, E., De Baerdemaeker, J., Tijskens, E., Ramon, H., Hertog, M. L. A. T. M., & Nicolai, B. (2007). Effect of turgor on micromechanical and structural properties of apple tissue: A quantitative analysis. *Postharvest Biology and Technology*, 44(3), 240-247.
- Ojeda, G. A., Sgroppo, S. C., & Zaritzky, N. E. (2013). Application of edible coatings in minimally processed sweet potatoes (*Ipomoea batatas* L.) to prevent enzymatic browning. *International Journal of Food Science & Technology*. doi:10.1111/ijfs.12381
- Olaimat, A. N., & Holley, R. A. (2012). Factors influencing the microbial safety of fresh produce: A review. *Food Microbiology*, 32(1), 1-19.
- Oliveira, M., Usall, J., Viñas, I., Anguera, M., Gatiús, F., & Abadías, M. (2010). Microbiological quality of fresh lettuce from organic and conventional production. *Food Microbiology*, 27(5), 679-684.
- Ospina, S., & Cartagena, J. (2008). La atmósfera modificada: una alternativa para la conservación de los alimentos. *Revista Lasallista de Investigación*, 5(2), 112-123.
- Özoglu, H., & Bayindirli, A. (2002). Inhibition of enzymatic browning in cloudy apple juice with selected antibrowning agents. *Food Control*, 13, 213-221.
- Plaza, L., Crespo, I., De Pascual-Teresa, S., De Ancos, B., Sánchez-Moreno, C., Muñoz, M., & Cano, M. (2011). Impact of minimal processing on orange bioactive compounds during refrigerated storage. *Food Chemistry*, 124(2), 646-651.
- Piagentini, A., Güemes, D., & Pirovani M. (2003). Mesophilic aerobic population of fresh-cut spinach as affected by chemical treatment and type of packaging film. *Journal of Food Science*, 68(2), 602-607.
- Pilon, L., Spricigo, P., De Britto, D., Garrido, O., Gimenez, A., Ferraudo, A., & Ferreira, M. (2013). Effects of antibrowning solution and chitosan-based edible coating on the quality of fresh-cut apple. *International Journal of Postharvest Technology and Innovation*, 3(2), 151-164.
- Ramos, M., Beltrán, A., Valdés, A., Peltzer, M., Jiménez, A., Garrigos, M., & Zaikov, G. (2013). Carvacrol and thymol for fresh food packaging. *Journal Bioequivalence & Bioavailability*, 5(4), 154–160.
- Ramos, B., Miller, F. A., Brandão, T.R.S., Teixeira, P., & Silva, C. L. M. (2013). Fresh fruits and

- vegetables. An overview on applied methodologies to improve its quality and safety. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 20, 1-15.
- Rico, D., Martín-Diana, A. B., Frías, J. M., Barat, J. M., Henehan, G. T. M., & Barry-Ryan, C. (2007). Improvement in texture using calcium lactate and heat-shock treatments for stored ready-to-eat carrots. *Journal of Food Engineering*, 79(4), 1196-1206.
- Rinaldi, R., Cabezas-Serrano, A. B., Cornacchia, R., Amodio, M. L., & Colelli, G. (2010). Response of fresh-cut potato cubes of three different varieties to anti-browning treatments. *Acta Hort. (ISHS)*, 876, 319-324.
- Robles-Sánchez, R., Rojas-Graü, M., Odriozola-Serrano, I., González-Aguilar, G., & Martín-Belloso, O. (2013). Influence of alginate-based edible coating as carrier of antibrowning agents on bioactive compounds and antioxidant activity in fresh-cut Kent mangoes. *LWT- Food Science and Technology*, 50(1), 240-246.
- Roller, S., & Seedhar, P. (2002). Carvacrol and cinnamon acid inhibit microbial growth in fresh-cut melon and kiwifruit at 4 °C and 8 °C. *Letters in Applied Microbiology*, 35, 390-394.
- Rojas-Graü, M. A., Sobrino-López, A., Tapia, M. S., & Martín-Belloso, O. (2006). Browning inhibition in fresh-cut 'Fuji' apple slices by natural antibrowning agents. *Journal of Food Science*, 71, S59-S65.
- Rojas-Graü, M. A., Grasa-Guillem, R., & Martín-Belloso, O. (2007). Quality changes in fresh-cut fuji apple as affected by ripeness stage, antibrowning agents, and storage atmosphere. *Journal of Food Science*, 72(1), 36-43.
- Salunkhe, D., & Desai, D. (1991). *Postharvest biotechnology of vegetables*. Boca Ratón: CRC.
- Silveira, A., Aguayo, E., Chisari, M., & Artés, F. (2011). Calcium salts and heat treatment for quality retention of fresh-cut 'Galia' melon. *Postharvest Biology and Technology*, 62(1), 77-84.
- Simón, A., González-Fandos, E., & Vázquez, M. (2010). Effect of washing with citric acid and packaging in modified atmosphere on the sensory and microbiological quality of sliced mushrooms (*Agaricus bisporus* L.). *Food Control*, 21(6), 851-856.
- Siroli, L., Patrignani, F., Serrazanetti, D., Tabanelli, G., Montanari, C., Tappi, S., Rocculi, P., Gardini, F., & Lanciotti, R. (2014). Efficacy of natural antimicrobials to prolong the shelf-life of minimally processed apples packaged in modified atmosphere. *Food Control*, 46, 403-411.
- Torrieri, E., Perone, N., Cavella, S., & Masi, P. (2010). Modelling the respiration rate of minimally processed broccoli (*Brassica rapa var. sylvestris*) for modified atmosphere package design. *International Journal of Food Science & Technology*, 45(10), 2186-2193.
- Varela, P., Salvador, A., & Fiszman, S. (2007). Changes in apple tissue with storage time: Rheological, textural and microstructural analyses. *Journal of Food Engineering*, 78(2), 622-629.
- Wang, C., & Buta, G. (2003). Maintaining quality of fresh cut kiwifruit with volatile compounds. *Postharvest. Biology and Technology*, 28(1), 181-186.

Comprometimiento de los sistemas renal y cardiovascular en la Leishmaniasis visceral canina. Una revisión conceptual

Recibido: 5 de febrero de 2014

Aceptado: 30 de septiembre de 2014

Resumen

La leishmaniasis visceral (LV) es una zoonosis registrada en diversas regiones del mundo. Según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud, la prevalencia de las diferentes formas clínicas de leishmaniasis sobrepasa 12 millones de casos. En Colombia la población en riesgo en el 2009 fue de 10 millones, y se reportaron en ese tiempo 62 casos de LV (0.5%). El cuadro clínico en los perros es muy similar al de los seres humanos, por tanto, el perro es un excelente modelo experimental para el estudio de la enfermedad. La literatura reporta la afinidad del agente por los riñones de mamíferos infectados por LV, algunos trabajos describen lesiones renales de seres humanos y perros acometidos por la enfermedad, entretanto, existen vacíos en cuanto a la fisiopatología de la LV en este sistema, y en las consecuencias de la hipertensión sistémica sobre la función miocárdica, de tal forma, la literatura médica es extremadamente escasa al respecto de la descripción de alteraciones del sistema cardiovascular. De forma semejante, existen pocos estudios en medicina veterinaria sobre la función miocárdica de perros con LV, excepto relatos aislados de miocarditis o pericarditis en perros infectados, y un estudio que correlaciona estos sistemas en la LV canina. Por tanto, la presente revisión busca informar al lector sobre la LV y hacer precisiones acerca de la fisiopatología de la LV en los sistemas cardiovascular y renal.

Palabras clave: Leishmanía Visceral, corazón, riñones.

Commitment of renal and cardiovascular systems in canine visceral Leishmaniasis. Conceptual review

Abstract

Visceral Leishmaniasis (VL) is a registered zoonoses in various regions from the world, according to estimates by the World Health Organization, the prevalence of different clinical forms of leishmaniasis surpasses 12

.....

² Médico veterinario. MS, PhD; Docente de tiempo completo en programa de Medicina Veterinaria, Fundación Universitaria Agraria de Colombia (UNIAGRARIA). Calle 170 n° 54 A-10. Bogotá, Colombia. Email: martinez.pedro@uniagraria.edu.co (autor para correspondencia).

million cases. In Colombia the population at risk to 2009 was 10 million, with 62 reported cases of VL (0.5%). The clinical frame in dogs is very similar to human, making the dog an excellent experimental model for the study of the disease. The literature reports the affinity of the agent for the kidneys of mammals affected by VL. Some works describe renal lesions in human and dogs beings undertaken by the disease, meanwhile, there are gaps in the pathophysiology of VL in this system, and the consequences of systemic hypertension on myocardial function, so the literature is extremely scarce to description of disorders from the cardiovascular system. Similarly, there are few studies in Veterinary Medicine on myocardial function of dogs with VL except isolated reports of myocarditis or pericarditis in infected dogs, and a study correlating these systems in canine VL.

Key words: Visceral Leishmaniasis, heart, kidneys.

Introducción

La LV es considerada una zoonosis emergente en el mundo, afecta una amplia variedad de vertebrados, destacándose el ser humano y los perros, los cuales constituyen el reservorio más importante en el ambiente doméstico (Kontos & Koutinas, 1993; Costa et al., 1999; Reichmann, 2006). La enfermedad aflige poblaciones en los cinco continentes, particularmente, 88 países localizados en regiones tropicales y subtropicales. Según estimativas de la Organización Mundial de la Salud, la prevalencia mundial de las diferentes formas clínicas de la enfermedad sobrepasa los 12 millones de casos.

La Leishmanía presenta algunas variaciones en el ciclo epidemiológico, según la especie del agente etiológico, la región geográfica considerada y las especies de mamíferos susceptibles que son expuestas al riesgo de la infección (Reichmann, 2006).

En Colombia la LV es endémica, principalmente en el valle del río Magdalena y sus afluentes, con focos sinantrópicos ampliamente estudiados en el Tolima, Huila, Cundinamarca, Bolívar, Córdoba y Sucre. El Instituto Nacional de Salud reporta en el año 2000 la tasa de infección en humanos total con 0.03×100.000 habitantes y el departamento con mayor tasa fue Tolima con 0.7×100.000 habitantes (9 casos). Es importante anotar que muchos de los casos que se reportaron no fueron especificados; es así como para ese año (2000) se notificaron 812 casos. En el 2001, la

tasa total fue de 0.07×100.000 habitantes y el departamento con la tasa más alta fue Córdoba con 1.88×100.000 habitantes (25 casos). En el año 2009, se notificaron 12.232 casos de Leishmaniasis, siendo 62 (0.5%) de la forma visceral o Kala azar. En la fecha citada, se consideran dos focos principales de LV: la costa Caribe y el Magdalena Medio (Vélez et al., 2001; Pinzón, 2012).

Las manifestaciones clínicas de la LV varían de acuerdo con la patogenicidad del parásito y la respuesta inmune celular del hospedero. El cuadro clínico en perros es semejante al de los seres humanos, excepto en relación con el desarrollo de alteraciones dermatológicas. En este sentido, la especie canina asume un singular papel como modelo experimental de la enfermedad.

Dentro de las alteraciones que ocurren en la LV, se describe frecuentemente el compromiso de la función renal, predominantemente por afecciones de tipo glomerular, principal causa de muerte en los perros. La hiperfiltración glomerular de forma crónica y progresiva resultará en hipertensión arterial sistémica, de forma similar, también se ha descrito en seres humanos con LV.

A pesar de la existencia de numerosos trabajos sobre las lesiones renales de seres humanos, y algunos trabajos en perros atacados por la enfermedad, ninguno menciona la fisiopatología de la LV en los riñones y las consecuencias de la hipertensión sistémica sobre la función miocárdica de los pacientes. Sin embargo, se ha verificado que perros jóvenes infectados por LV con cuadro de

insuficiencia renal, pueden presentar hipertensión arterial y alteraciones en la función miocárdica, evidenciadas por medio de ecodopplercardiografía y por examen anatomopatológico.

De esta manera, la presente revisión pretende informar al lector sobre la importancia de esta zoonosis emergente, y confirmar que las lesiones renales en perros portadores de LV llevan a un cuadro de hipertensión arterial sistémica que provoca efectos secundarios sobre el sistema cardiovascular.

Historia

La LV fue descrita por primera vez en Grecia (1835), para la época se le dio el nombre *ponos* o *hapoplinaikon*. Años posteriores, en la India (1869) recibió el nombre de *kala-jwar* o *kala-azar*, que significa piel negra, en virtud del discreto aumento de la pigmentación de la piel, descrito en pacientes humanos (Marzochiet al., 1981; Magalhaes, 2009).

También en la India, Cunningham (1885), observó los parásitos que provocaban la LV en pacientes humanos infectados. William Leishman (1900), identificó un protozooario en el bazo de un soldado que murió por causas febriles. Estas anotaciones fueron publicadas por Charles Donovan (1903), cuando encontró el mismo parásito en otro paciente humano. Laveran & Mesnil (1903), describieron el protozooario con el nombre de *Piroplasma donovani*. Leonard Rogers en 1904, fue el primero en cultivarlo y observarlo en su forma flagelada. En 1907, Patton observó “leishmânias” (formas amastigotas) en monocitos y “leptomonas” (formas promastigotas) en el trato gastrointestinal de insectos las cuales transmitían la enfermedad a los seres humanos (Faust et al., 1974; Magalhaes, 2009).

Revisión de literatura

La LV, también conocida como Calazar, es una zoonosis emergente, causada por protozoarios del

orden *Kinetoplastida*, familia *Trypanosomatida* y género *Leishmania*, que infectan una amplia variedad de vertebrados, incluyendo seres humanos (Kontos & Koutinas, 1993; Baneth et al., 2008). La *Leishmania chagasi*, principal agente etiológico de la LV en América del Sur, es un protozooario del complejo *Leishmania donovani*, en el cual están incluidas las tres principales especies desencadenantes de LV: *Leishmania chagasi*, *Leishmania infantum*, *Leishmania donovani* (Badaro, 1996; Sherlock, 1996). Los protozoarios de las especies *L. chagasi* y *L. infantum* se describen con semejanzas genéticas idénticas, siendo referidos como miembros de una misma especie y denominados *Leishmania infantum* (*syn. chagasi*) (Baneth et al., 2008; Rosa, 2013).

El parásito es transmitido por la picadura de un insecto, vector del género *Phlebotomus* en los países tropicales y subtropicales del viejo continente, y del género *Lutzomyi*, especie *longipalpis* en las Américas (Alexander e Maroli, 2003). La importancia de la LV en términos médicos y veterinarios es cada vez más significativa (Dantas-Torres, 2006).

La enfermedad acomete a mamíferos, pero, se atribuye principalmente al perro como la mayor fuente de infección. Otros medios de transmisión como la transfusión de sangre indica no tener importancia epidemiológica. En cuanto a los factores relacionados con la importancia del perro en la transmisión de la enfermedad, se destacan su distribución en el mundo y su papel en los grupos sociales, lo que genera contacto con el ser humano (Pocai et al., 1998; Costa et al., 1999; Prata et al., 2005). Entretanto, hace varios años en el Brasil, se asumió la eutanasia en perros portadores de LV en áreas endémicas; a la fecha, la enfermedad continúa en crecimiento y emergente, pero se ha definido que la eutanasia en los reservorios no es la solución a este problema; por esta razón, los países europeos mediterráneos no contemplan la eutanasia en perros y trabajan en las vacunas y mecanismos de control sobre los vectores de forma más eficiente.

El período de incubación de la LV es variable, y el inicio de la enfermedad acostumbra ser

insidioso y difícil de determinar. Se ha descrito que la evidencia de los signos clínicos posterior al período de incubación varía de 1 a 22 meses en el perro y de 2 a 6 meses en el humano. Entretanto, los signos clínicos de la LV canina, varían en respuesta del sistema inmune del hospedero ante la presencia del parásito (Pocai et al., 1998; Paltrinieri et al., 2010; Martínez, 2013).

La manifestación de los signos clínicos iniciales se presenta de forma inesperada e inespecífica, se considera una enfermedad multisistémica, lo que con frecuencia dificulta su diagnóstico. Entretanto, los animales infectados presentan signos de pérdida de peso progresivo, atrofia muscular, lesiones cutáneas, poliuria, digestivas, locomotoras y neurológicas. También suele relacionarse con la presencia de lesiones renales, oftálmicas, así como anemia, linfadenomegalia y hepatoesplenomegalia (Feitosa et al., 2000; Baneth et al., 2008; Melo et al., 2009; Baneth & Solano – Gallego, 2012). Dentro de las condiciones clínicas de los perros con LV se ha descrito epistaxis, lisis de hemacias y, más frecuentemente, disminución de la eritropoyesis en decorrenza de hipoplasia o aplasia medular, y por la instauración de la insuficiencia renal crónica y la consecuente disminución en la producción de eritropoyetina (Chapam & Hanson 1984; Macdougall, 2001; Jüttner et al., 2001; Feitosa, 2006). El conocimiento de esta fisiopatología de la LV es fundamental para su diagnóstico.

Emaciación, diarrea y vómito, generalmente indican involucramiento visceral. La presencia de linfadenomegalia y hepatoesplenomegalia, en parte, puede ser atribuida a la reacción inflamatoria por causa de la LV y la proliferación de linfocitos B, plasmocitos, histiocitos y macrófagos (Acha & Szyfres, 1986; Pocai et al., 1998; Feitosa, 2006). Las lesiones en el hígado se atribuyen a la presencia de las leishmanías y multiplicación de los macrófagos. Algunos animales presentan diarrea crónica y melena por úlceras de la mucosa gástrica e intestinal, también como resultado de la misma lesión hepática, por lesión parasitaria directa o como consecuencia de la insuficiencia renal (Ciaramella & Corona, 2003; Feitosa, 2006).

Relatos de neumonía intersticial, con diátesis hemorrágicas como epistaxis, petequias y sufusiones se evidencian en los perros infectados con LV. La epistaxis también ocurre por úlceras y vasculitis en la cavidad nasal (Acha & Szyfres, 1986; Pocai et al., 1998; Ciaramella & Corona, 2003; Feitosa, 2006).

El comprometimiento de la función renal es una consecuencia común de la LV, tanto en el hombre cuanto en el perro (Costa, 2003). Se creía que las lesiones en los riñones no se debían a la presencia del parásito, y eran consecuencias del depósito de inmunocomplejos circulantes que se depositaban en la membrana basal glomerular. Las glomerulopatías resultan en falencia renal que apunta a la causa principal de muerte en perros con LV, así hayan sido sometidos a tratamiento específico (Luvizotto, 2006). Entretanto, en el estudio realizado por Leite (2012) fue descrito que la presencia de formas amastigotas de LV en el tejido renal, estaba asociada a mayor prevalencia e intensidad de las lesiones glomerulares, 92% de los perros de este estudio tenían lesión renal, las lesiones más severas se correlacionaron con la presencia del parásito.

Si hay deposición de inmunocomplejos en los riñones, se desarrolla un cuadro de glomerulonefritis proliferativa asociada a nefritis intersticial, lo que puede llevar a insuficiencia renal (Koutinas et al., 1999; Noli, 1999; Feitosa, 2006).

Cerca de 50% de los seres humanos con LV presentan albuminúria, dato que muestra la frecuencia de ocurrencia de comprometimiento renal en estos pacientes. En casos más avanzados, esos individuos presentan elevación significativa de las concentraciones séricas de úrea y creatinina (Michalick & Genaro, 2007).

Alteraciones histopatológicas observadas en los riñones de seres humanos y perros con LV son semejantes. Entretanto, su patogénesis no es totalmente elucidada. Existen evidencias crecientes de que la respuesta inmune celular está envuelta en la patogénesis de la glomerulonefritis. Los estudios han demostrado la presencia particularmente de células T CD4+ y, en menor intensidad, de células

T CD8+. También ha sido relatada la presencia de antígenos de *Leishmania* sp. en los glomérulos y en el intersticio renal de perros naturalmente infectados (Costa et al., 2000; Costa et al., 2003; Soares, 2003).

Dentro de las alteraciones histopatológicas se identificaron cuadros de glomerulonefritis, alteraciones intersticiales y tubulares. Se destaca la glomerulosclerosis segmental focal o total, glomerulonefritis mesangioproliferativa consecuente al depósito de inmunocomplejos, complemento y fibrinógeno en la matriz mesangial y la glomerulonefritis membranoproliferativa (Costa et al., 2003; Soares, 2003).

Existen relatos aislados de comprometimiento cardíaco pero, ninguno describe la fisiopatología de la LV en perros sobre el sistema cardiovascular. Blavier et al. (2001) describieron un caso de pericarditis difusa donde fueron identificadas formas amastigotas del parásito en efusión pericárdica; dos descripciones de la presencia de granulomas ventriculares por consecuencia del parasitismo, y dos casos de tromboembolismo en perros con enfermedad glomerular, uno de estos con insuficiencia renal. Pocos estudios describen el comprometimiento cardíaco en seres humanos y en perros con LV (Torrent et al., 2005; Zabala et al., 2005; Ferrari et al., 2006; Puerto-Alonso et al., 2006; López-Peña et al., 2009; Silva et al., 2009).

En estudio histopatológico reciente del miocardio de perros con LV, fueron descritas alteraciones histopatológicas como la presencia de infiltrado inflamatorio de tipo linfoplasmocitario, necrosis de cardiomiocitos y aumento del colágeno intersticial. A pesar de ser comunes, las alteraciones histopatológicas observadas se presentaron predominantemente en intensidad discreta a moderada, y fueron insuficientes para producir signos clínicos que generaran comprometimiento de la función cardíaca (Rosa et al., 2013).

Hay autores que describen el comprometimiento de la función glomerular, hipertensión arterial sistémica e hipertrofia concéntrica en perros con LV (Cortadellas et al., 2006; Cortadellas et al., 2008).

El estudio en perros con LV realizado por Martínez (2013), fue descrito que todos los grupos evaluados presentaron algún grado de lesión en la histopatología del miocardio; se evaluó un grupo de perros con LV e hipertensión arterial por enfermedad renal de tipo glomerular, y el grupo hipertenso presentó una fuerte alteración del parámetro inflamación del miocardio ventricular. Además, se encontró que las lesiones histopatológicas fueron insuficientes para alterar la función cardíaca, los hallazgos electrocardiográficos no presentaban alteraciones en la frecuencia cardíaca y ritmo, con predominio de la arritmia sinusal respiratoria, que es considerada normal en perros; fue reportado remodelamiento cardíaco evidenciado más fuertemente en el ventrículo izquierdo caracterizado como hipertrofia concéntrica, resultados obtenidos a través de evaluación doppler ecocardiográfica, y la propia evaluación histopatológica del miocardio. Por otro lado, los perros del grupo hipertenso con enfermedad glomerular e hipertrofia concéntrica presentaron aumento de los biomarcadores CKMB y Troponina I, junto con el aumento de las concentraciones sanguíneas de renina y aldosterona.

La hipertensión arterial sistémica es considerada un importante factor de morbilidad y mortalidad cardiovascular, se afirma que su presencia contribuye significativamente en la mortalidad de los pacientes renales crónicos. Los mecanismos envueltos en la fisiopatogenia de la hipertensión arterial se relacionan directamente con la activación del sistema renina angiotensina aldosterona y del sistema nervioso simpático (Finco, 1995; Polzin; Osborne, 1995; London, 2003; Brown et al., 2007; Grauer, 2009; Martínez, 2013). A su vez, la propia aldosterona tiene participación en el proceso inflamatorio, genera fibrosis tisular y esclerosis en los riñones, además de retener sodio y, consecuentemente, agua en el túbulo contorneado distal, perpetuando así los cuadros hipertensivos (Nistala et al., 2008; Martínez, 2013).

La presente revisión pretende conceptualizar la importancia de la LV como enfermedad emergen-

te, y el comprometimiento de la función renal caracterizado por lesiones predominantemente glomerulares en perros portadores, y que los efectos cardiovasculares más importantes de sobrecarga de presión impuesta por la hiperfiltración glomerular, activación del sistema renina angiotensina aldosterona, instauración de la hipertensión arterial, remodelamiento cardíaco y consecuente hipertrofia concéntrica del ventrículo izquierdo.

Agradecimientos

A través de este artículo se hace un especial reconocimiento a la Clínica Protectora de Animales y su equipo de trabajo. Especialistas al servicio de los Animales [[http:// www.clinicaprotectora-deanimales.co](http://www.clinicaprotectora-deanimales.co)].

Referencias bibliográficas

- Acha, P. N., & Szyfres, B. (1986). Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. [2 ed. Washington]. OPS/WHO Publication científica, 503, 615-634.
- Alexander, B., & Maroli, M. (2003). Control of phlebotomine sandflies. *Medical and Veterinary Entomology*, 17, 1-18.
- Badaro, R., Benson, D., & Eulalio, M.C. et al. (1996). rK39: A cloned antigen of *Leishmania chagasi* that predicts active visceral leishmaniasis. *The Journal of Infectious Diseases*, 173(3), 758-761 [citado en Baneth & Solano – Gallego, 2012].
- Baneth, G., Koutrinas, A. F., & Solano-Gallego, L. et al. (2008). Canine leishmaniasis: New concepts and insights on an expanding zoonosis: [Part one]. *Trends in Parasitology*, 24(7), 324-330.
- Brown, S., Atkins, C., & Bagley, R. et al. (2007). Guidelines for the identification, evaluation, and management of systemic hypertension in dogs and cats. *J Vet Intern Med.*, 21, 542-558.
- Chapman, J. R., & Hanson, W. L. (1984). Leishmaniasis. *Clinical microbiology and infectious diseases of the dog and cat*. Philadelphia: Saunders, cap 51, 764-770.
- Ciaramella, P., & Corona, M. (2003). Canine Leishmaniasis: clinical and diagnostic aspects. *Compendium on continuing education for the practicing veterinarian*, 25(5), 358-368.
- Cortadellas, O., Palacio, M. J. F., Bayón, A., Albert, A., & Talavera, J. (2006). Systemic hypertension in dogs with Leishmaniasis: Prevalance and clinical consequences. *Journal of veterinary internal medicine*, 20(4), 941-947.
- Cortadellas, O., Palacio, M. J. F., Talavera, J. & Bayón, A. (2008). Glomerular filtration rate in dogs with leishmaniasis and chronic kidney disease. *Journal of veterinary internal medicine*, 22, 293-300.
- Costa, C. H. N., Pereira, H. F., Pereira, F. C. A., & Tavares, J. P. (1999). Is the household dog a risk factor for American visceral leishmaniasis in Brazil? *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 93, 464.
- Costa, F. A. L., Guerra, J. L., & Silva, S. M. M. S. et al. (2000). CD4+ cells participate in the nephropathy of canine Visceral Leishmaniasis. *Brazilian journal of medical and biological research*, 33, 1455-1458.
- Costa, F. A. L., Goto, H., Saldanha, L. C. B., Silva, S. M. M. S., Senhorini, I. L., Silva, T. C., & Guerra, J. L. (2003). Histopathologic patterns of nephropathy in naturally acquired canine Visceral Leishmaniasis. *Veterinary Pathology*, 40, 677-684.
- Dantas-Torres, F. (2009). Canine Leishmaniasis in South America. *Parasites & vectors*. 26(2), supl.1. Recuperado el 18 de enero de 2013 <http://www.parasitesandvectors.com/content/2/S1/S1>
- Faust, E. C., Russel, P. F., & Jung, R. C. et al. (1974). Parasitología clínica. México: Salvat. 888 p.
- Feitosa, M. M., Ikeda, F. A., Luvizotto, M. C. R., & Perri, S. H. V. (2000). Aspectos clínicos de cães com leishmaniose visceral no município

- de Araçatuba – São Paulo (Brasil). *Clínica veterinária*, 5(28), 36-44.
- Feitosa, M. M. (2006). Avaliação clínica de animais naturalmente infectados. *Fórum sobre leishmaniose visceral canina*, 1, 9-13.
- Ferrari, H. F., Ribeiro, D. & Luvizotto, M. C. R. (2006). Miocardite associada à leishmanias em cão - relato de caso. *Fórum sobre leishmaniose visceral canina*, 1, 48.
- Finco, D. R. (1995). Evaluation of renal functions. *Canine and feline nephrology and urology*, 7, 216-229.
- Grauer, G. F. (April 2009). Diagnosis, management of hypertension, proteinuria in dogs with chronic renal disease. *DVM Newsmagazine*, [Cleveland, Ohio-USA]. Recuperado el 1º de Julio de 2009 de <http://veterinarynews.dvm360.com/dvm/Medicine/Diagnosismanagement-of-hypertension-proteinuria/ArticleStandard/Article/detail/591639?contextCategoryId=45705>
- Instituto Nacional de Salud. Recuperado el 17 de enero de 2013 de <http://www.ins.gov.co/temas-de-interes/Paginas/leishmaniasis-visceral.aspx>
- Jüttner, C., Rodríguez Sánchez, M., & Rollán Landeras, E. et al. (2001). Evaluation of the potential causes of epistaxis in dogs with natural Visceral Leishmaniasis. *Veterinary record*, 149, 176- 179.
- Kontos, V. J., & Koutinas, A. F. (1993). Old world canine leishmaniasis. *Compendium on continuing education for the practicing veterinarian*, 15(7), 949-959.
- Koutinas, A. F., Polizopoulou, Z. S., & Saridomichelakis, M. N. et al. (1999). Clinical considerations on canine visceral leishmaniasis in Greece: a retrospective study of 158 cases (1989-1996). *Journal of the American Animal Hospital Association*, 35(5), 376-383.
- Leite, J. (2012). *Estudo da patogênese da lesão renal e cradiovascular de cães com leishmaniose visceral*. [Disertación de maestría] Medicina Veterinaria – Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias, Universidad Estadual Paulista, Jaboticabal.
- London, G. M. (2003). Cardiovascular disease in chronic renal failure: pathophysiologic aspects. *The clinical epidemiology of cardiovascular diseases in chronic kidney disease: seminars in dialysis*. 16(2), 85-94.
- López-Peña, M., Alemañ, A., Muñoz, F., Fondevila, D., Suárez, M. L., Goicoa, A., & Nieto, J. M. (2009). Visceral Leishmaniasis with cardiac involvement in a dog: A case report. *Acta veterinaria scandinavica*, 51.
- Luvizotto, M. C. R. (2006). Alterações patológicas em animais naturalmente infectados. *Fórum sobre leishmaniose visceral canina*, 1, 15-22.
- Macdougall, R. C. (2001). Role of uremic toxins in exacerbating anemia in renalfailure. *KidneyInternational*, 59, suppl. 78, S67-S72.
- Magalhaes, P. B. (2009). Ocorrência de leishmaniose visceral humana num ecossistema de Manguezal – primeiro relato de surto e fatores de risco. [Dissertação de mestrado]. Curso de pós-graduação em biotecnologia em saúde e medicina investigativa, Fundação Oswaldo Cruz - Centro de Pesquisas Gonçalo Moniz.
- Martínez, P.P. (2013). Cardiomiopatia hipertensiva em cães com leishmaniose visceral. [Tesis de doctorado] Medicina Veterinaria – Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias, Universidad Estadual Paulista, Jaboticabal.
- Marzochi, M. C. A., Coutinho, S. G., & Souza, W. J. (1981). Leishmaniose visceral (Calazar). *Jornal Brasileiro de Medicina*, 41(5), 61-84.
- Melo, G. D., Marcondes, M., Vasconcelos, R. O., & Machado, G. F. (2009). Leukocyteentryintothe CNS of Leishmaniachagasi naturally infected dogs. *Veterinary parasitology*, 162, 248-256.
- Michalick, M. S. M., & Genaro, O. (2007). Leishmaniose visceral americana. *Parasitologia humana*. 11 ed. São Paulo: Atheneu, 67-83.
- Nistala, R., Connell, W. A., & Sowers, R. J. (2008). Antioxidant & redox signaling. *National Institutes of Health*, 12(12), 2047-2089.

- Noli, C. (1999). Leishmaniosis canina. *Waltham Focus*, 9(2), 16-24.
- Paltrinieri, S., Solano-Gallego, L., & Fondati, A., et al. (2010). Guidelines for diagnosis and clinical classification of leishmaniasis in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 236, 1184–1191. Patton, 1907.
- Pinzón, R. H., Orta, L. C., Pérez, Y., & Carlos, et al. (2012). Leishmaniasis visceral y cutánea en zona urbana de Cartagena, Colombia: reporte de un caso. *Revista de ciencias biomédicas*, 3(1), 149-154.
- Pocai, E. A., Frozza, L. Headley, S. A., & Graça, D. L. (1998). Leishmaniose visceral (Calazar): cinco casos em cães de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Ciência rural*, 28(3), 501-505.
- Polzin, D. J., & Osborne, C. A. (1995). Conservative medical management of chronic renal failure. *Canine and feline nephrology and urology*. Baltimore: Williams & Wilkins, cap. 16, 508-597.
- Prata, A., Silva, L. A., Calazar, I. N., & Coura, J. R. (2005). *Dinâmica das doenças infecciosas e parasitárias*. Rio de Janeiro: GuanabaraKooogan, 713-732.
- Puerto-Alonso, J. L., Molina-Ruano, F. J., Gómez-Soto, F., & Gómez-Rodríguez, F. (2006). Leishmaniasis visceral con afectación cardíaca en un paciente inmunocompetente. *Medicina clínica*, 127(13), 519.
- Reichmann, A. M. (2006). Leishmaniose visceral canina – uma zoonose emergente. Fórum sobre leishmaniose visceral canina, 1, 7-8.
- Rosa, F. A., Leite, J. H. A. C., & Braga, E. T. (2013). Cardiac lesions in thirty dogs naturally infected with “Leishmaniainfantumchagasi”. *Journal of veterinary pathology, Short Communication*. 00, 1-4.
- Sherlock, I. A. (1996). Ecological interactions of Visceral Leishmaniasis in the State of Bahia, Brazil. *Memórias do instituto Oswaldo Cruz*, 91(6), 671-683.
- Silva, B. C., Rachid, M. A., Vieira, F. G., Figueiredo, M. M., Valle, G. R., Tafuri, W. L., Toledo Júnior, J. C., & Ribeiro, V. M. (2009). Chronic pericarditis in a naturally Leishmania (Leishmania) chagasicinfected dog. *Brazilian Journal of Veterinary Pathology*, 2(2), 107-109.
- Soares, M. J. V. (2003). Leishmaniose visceral canina: aspectos clínico-laboratoriais, histopatologia renal e testes específicos para diagnóstico, 68 f. [Dissertação Maestrado] – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- Torrent, E., Leiva, M., Segalés, J., Franch, J., Peña, T., Cabrera, B., & Pastor, J. (2005). Myocarditis and generalisedvasculitis associated with leishmaniosis in a dog. *Journal of Small Animal Practice*, 46(11), 549-552.
- Vélez, I., Hendrick, E., & Robledo S. (2001). Leishmaniosis cutánea en Colombia y género. *Cad.SaludPública*, 1(17), 171-180.
- World Health Organization. (2005). Citado en Zabala, E. E., Ramírez, O. J., Bermúdez, V. Leishmaniasis visceral en un canino. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 46(2), 43-49. Recuperado el 17 enero de 2013 de http://www.who.int/leishmaniasis/leishmaniasis_maps/en

Conservación en atmósferas modificadas de cebolla (*Allium cepa* L. var. Yellow Granex) mínimamente procesada

Recibido: 5 de febrero de 2014

Aceptado: 16 de octubre de 2014

Resumen

La cebolla (*Allium Cepa* L) mínimamente procesada presenta alta demanda, especialmente por los servicios de alimentación, sin embargo, el proceso de corte genera un incremento en la actividad metabólica del tejido, desencadenando en una reducción de su vida útil. Por esta razón, se propuso evaluar la aplicación de atmósferas modificadas (0% O₂, 10% CO₂ y 90% N₂) empleando dos materiales de empaque (Flexvac® y BOPP®) sobre la estabilidad de cebolla cortada en rodajas frente a una muestra control empacada al vacío. Las muestras fueron almacenadas por 18 días a 4 °C, y se evaluaron los atributos de calidad en términos de análisis fisicoquímico, sensorial y microbiológico. Los resultados arrojados muestran que las tres condiciones de empaque presentaron un aumento en el valor de firmeza en los primeros 5 días de almacenamiento, y luego se reducen estos valores, lo que está relacionado con la cantidad de exudado producido en las muestras, que está alrededor del 20% aproximadamente para las tres condiciones de empaque, siendo menor para el Flexvac®. En relación a la evaluación sensorial, la condición de empaque coextruido-vacío fue la que presentó un impacto negativo sobre las características evaluadas. En relación a las variables de pH, acidez, color y el crecimiento microbiológico, no mostraron diferencia entre los tratamientos. Los resultados indican que el material Flexvac® es apto para el empaque de cebolla precortada en atmósferas modificadas.

Palabras clave: atmósfera modificada, cebolla de bulbo, condiciones de empaque, vegetales listos para consumir, vida útil.

.....

¹ Ingeniera de Producción Agroindustrial. MSc. Diseño y Gestión de Procesos con énfasis en Alimentos. Fundación Universitaria Agraria de Colombia - UNIAGRARIA, Docente Programa de Ingeniería de Alimentos. Bogotá, Colombia. Email: casas.nidia@uniagraria.edu.co

² Ingeniera de Alimentos. Fundación Universitaria Agraria de Colombia - UNIAGRARIA, Email: ing.johana@hotmail.es

Conservation on Modified Atmosphere of Onion (*Allium cepa* L. var. *Yellow Granex*) Minimally Processed

Abstract

Onions (*Allium cepa* L.) minimally processed presents especially high demand for foodservices, however the cutting process results in an increase in metabolic activity of the tissue, triggering a reduction of its lifetime. Therefore, it was proposed to evaluate the implementation of atmospheres modified (0%O₂, 10%CO₂ and 90%N₂) using two packaging materials (Flexvac® and BOPP®) on the stability of sliced onions against a control sample vacuum packed. The samples were stored for 18 days at 4 °C, and the quality attributes were evaluated in terms of physical-chemical, microbiological and sensorial analysis. The result shows that the three packaging conditions increased value of firmness within the first 5 days of storage, then these values are reduced, which is related to the amount of exudate produced in samples assessed as loss weight, for the three conditions of packaging a loss of 20 % occurs in approximately, being lower for Flexvac®. *Sensory analysis, the condition of coextruded vacuum - packaging is that presents greater decrease. In relation to the variables of pH, acidity, color and microbiological growth showed no difference between the treatments. The results indicate that the Flexvac® material is suitable for the packaging of pre - cut onion in modified atmospheres.*

Key Words: modified atmosphere, Onion bulb, packaging conditions, ready-to-eat vegetables, shelf life.

Introducción

Durante las últimas décadas, los hábitos de alimentación humana han cambiado, provocando un incremento en el consumo de vegetales frescos precortados, para lo cual se ha venido desarrollando tecnologías que permitan obtener productos más saludables, naturales, sanos, manteniendo sus características sensoriales, microbiológicas y una vida útil, según las necesidades del consumidor (Artés-Hernández et al., 2009). Dentro de estos vegetales se encuentra la cebolla (*Allium cepa* L.), la cual se utiliza como potenciador de sabor y los consumidores la prefieren en rodajas listas para consumir (Liu & Li, 2006). Sin embargo, estos productos tienen una vida útil corta debido al estrés fisiológico y al daño en el tejido causado por las operaciones de procesamiento que influyen directamente en las características físicas, químicas, sensoriales y estructurales del producto final (Toivonen & Brummell, 2008). Con el fin de contrarrestar estos efectos, se han venido

desarrollando diferentes alternativas de proceso y empaque como: empaque al vacío, atmósferas modificadas, irradiación, microondas, ultrasonidos, luz UV-C, recubrimientos comestibles, agentes antimicrobianos (Torrieri, E., et al., 2010; Miguel & Durigan, 2007; Kasım et al., 2008), que permiten ofrecer productos más seguros, con una menor pérdida de calidad sensorial y con mayor vida en anaquel.

La aplicación de atmósferas modificadas (AM) consiste en empacar el producto en materiales con barrera a la difusión de gases, en los cuales se ha sustituido el aire que rodea el producto por un gas o mezcla de gases para disminuir la actividad respiratoria, reducir el crecimiento microbiano y retrasar el deterioro enzimático con el propósito de extender la vida útil del producto (Ospina, S. & Cartagena, J., 2008).

En el caso de la “cebolla de bulbo”, tanto entera como mínimamente procesada, se han realizado varios estudios que han mostrado efectos positivos en la retención de firmeza y del color,

así como un incremento de la vida útil al emplear tecnologías de empaque bajo condiciones de atmósfera controlada y/o modificada, entre ellos, Yoo et al. (2012) observaron que, envasar cebolla en bulbo bajo condiciones de atmósfera controlada con una mezcla de gases (1%O₂ y 99%N₂ a 5°C), mantiene las características de calidad por un tiempo de vida útil aproximado de 5 meses, mientras que Hong et al. (2000) encontraron que el empleo de condiciones de atmósfera controlada con una mezcla de gases de 0,1-0,2 % O₂ ó 0,1-0,2 % O₂ + 7,5-9% CO₂ a 5 °C, son condiciones de almacenamiento adecuadas para mantener la apariencia visual y prolongar la vida útil por más de dos semanas, tanto en la cebolla entera como mínimamente procesada.

En cuanto a muestras envasadas en condiciones bajo atmósfera modificada, Artes-Hernández (2007) indicó que el empleo de una mezcla de gases que contenga concentraciones de 2-4 kPa O₂ y 5-20 kPa CO₂ a temperaturas de refrigeración, permite mantener entre 14 y 21 días, muestras de cebolla verde con un regular beneficio esperado en la calidad; aunque la atmósfera modificada puede cambiar con la variedad, temperatura y duración. Liu y Li (2006) observaron que cebolla mínimamente procesada en aros de 7 mm de espesor, envasada en películas de polietileno de baja densidad con una mezcla de gases de 40 % CO₂ + 59 % N₂ + 1 % O₂, permitió obtener tiempos de vida útil entre 5 y 10,5 días a temperatura de almacenamiento de 10 °C; mientras que Hong y Kim (2004), a la misma temperatura, en la

evaluación del efecto del material de empaque (polietileno de baja densidad y polipropileno) para envasar cebolla en bulbo con una mezcla de gases de 18,52 kPa O₂ + 9,5 kPa CO₂, no encontraron diferencia significativa por el tipo de empaque, logrando alcanzar una vida útil de 28 días. Blanchard et al. (1996), para cebolla en cubos de 0,75 cm de arista, ensayando distintos tratamientos de mezcla de O₂ y CO₂, almacenada a temperatura 4 °C, durante 12 y 14 días, obtuvieron que la calidad sensorial fue óptima, envasada en atmósfera de 2 % O₂ y 10 % CO₂.

Por tanto, el objetivo de este estudio es evaluar la estabilidad durante el almacenamiento de cebolla mínimamente procesada, envasada en atmósferas modificadas, empleando dos materiales de empaque, frente a un tratamiento de empaque al vacío.

Materiales y métodos

Se empleó cebolla (*Allium cepa* L.) variedad Yellow Granex, adquirida en un mercado local y suministradas por la empresa Agropecuaria El Llano, Ltda. (Bogotá, Colombia). En el proceso de selección se verificó la ausencia de defectos como daños por frío, insectos, golpes y fisuras. Las muestras se almacenaron por máximo 48 horas a temperatura ambiental hasta su procesamiento.

Las muestras de cebolla se pelaron, lavaron con agua potable y se cortaron en rodajas de 5 a 8 cm de diámetro y un espesor de 4 mm,

Tabla 1. Tratamientos de atmósferas y tipos de empaque empleados durante el almacenamiento.

Tratamiento	Condición atmósfera	Tipo de empaque
Coextruido-vacío	Vacío	Película multicapa coextruida
BOPP-AM	0 % O ₂ , 10 % CO ₂ y 90 % N ₂	Película en Polipropileno biorientado
Flexvac-AM	0 % O ₂ , 10 % CO ₂ y 90 % N ₂	Película coextruida Flexvac 70 micras

Fuente: Autores.

empleando una máquina tajadora marca Javar®. Las muestras en rodajas fueron desinfectadas en solución de 200 ppm de Sanit Master Plus® por 3 minutos. Posteriormente, para eliminar el agua adherida, se centrifugaron 1,5 kg de producto por 40 segundos aproximadamente, empleando una centrífuga manual.

Muestras de 500 gr de cebolla fueron empacadas en bolsas acorde con los tratamientos que se muestran en la tabla 1, empleando una empacadora Javar®. Luego de envasadas, las muestras se almacenaron a 4 °C durante 18 días en un nevera marca Supernordico®. Las muestras se evaluaron a los 1, 5, 10 y 18 días.

PH y acidez. A partir del jugo obtenido de la maceración de muestras de cebolla, se midió el valor de pH empleando un potenciómetro marca Martini®. La acidez se midió a 0,5g de jugo de cebolla con 50 mL agua destilada. La muestra se tituló empleando una solución de NaOH al 1N, y se expresó la acidez como % de ácido pirúvico (Rodríguez et al., 1998).

Firmeza. La firmeza como atributo de la textura, fue evaluada como la fuerza máxima de penetración empleando un texturómetro Brookfield® con aguja de acero. Los parámetros de operación fueron: velocidad de ensayo 2 mm/s, fuerza de 4 g y distancia de penetración 2,5 mm. Se realizaron 8 mediciones por réplica de tratamiento y los

valores se reportan como media $\pm$ desviación en unidades de gramo-fuerza (gf).

Pérdida de peso. La pérdida de peso como nivel de exudado generado, se determinó como la relación entre el peso final y el peso inicial de las muestras de cebolla almacenadas, empleando una balanza analítica marca Javar® (Rodríguez et al., 1998).

Color. El color fue medido a través de análisis de imágenes capturadas con una cámara digital Canon PowerShot S3 IS, siguiendo el método de León et al. (2006). Se empleó un iluminante D₆₅ con un ángulo de inclinación de 45° entre las lámparas y la muestra (Fernández et al., 2005). El color fue cuantificado en el programa ImageJ, que produce las coordenadas RGB que fueron transformadas al espacio de color CIE-L*a*b* empleando el programa EasyRGB. A partir de este, último, se obtuvieron las coordenadas L* (blanco, negro), a* (+ rojo, - verde) y b* (+ amarillos, - azules) (McGuire, 1992; Kasim, 2009).

Evaluación sensorial. Se realizaron pruebas descriptivas en las cuales un panel de 18 jueces no entrenados realizaron la evaluación sensorial de los atributos de calidad de las muestras. Se evaluaron durante el tiempo de almacenamiento, los parámetros de color, aroma, textura y apariencia general, de acuerdo con los descriptores de calidad de cebolla fresca que se presentan en el Tabla 2 (Thakkar & Shah, 2009).

Tabla 2. Descriptores de calidad de cebolla fresca precortada en aros.

Atributo de calidad	Escala				
	9	7	5	3	1
Color	Blanco fresco	Pérdida ligera del color blanco	Translucido / opaco	Presencia de manchas	Oscuro
Aroma	Intenso, picante característico	Fuerte	Moderado	Pérdida de olor	Aroma no característico
Textura	Crujiente y dura	Pérdida de crujencia	Ni muy dura ni muy blanda	Blanda	Muy blanda
Apariencia general	Muy fresca	Fresca	Aceptable	Inaceptable	Deteriorada

Fuente: Autores

Análisis microbiológico. Se homogenizó 1 mL de jugo de muestras de cebolla diluido en 9 mL de agua peptonada y se realizaron series de 3 diluciones de cada muestra. Se realizó recuento de aerobios mesófilos totales, se utilizó como medio de cultivo Agar Plate Count.

Análisis estadístico. Los resultados se expresaron como media $\pm$ desviación estándar. Los datos se analizaron mediante un análisis de la varianza (ANOVA) con un nivel de confianza de 95%, y se realizó una prueba de comparación de medias (Tukey) empleando el software de Minitab® Statistical Software, versión 16.

Resultados y discusión

PH. Como se muestra en la Figura 1, los valores de pH se mantuvieron constantes durante los 5 primeros días de almacenamiento, seguidos por un incremento hasta el día 10, y posteriormente, un descenso hasta el día 18. Este comportamiento fue similar para las 3 condiciones de empaque, y la variación presentada no fue estadísticamente significativa para el tiempo de almacenamiento, ni para el tipo de condición de empaque ($p > 0,05$). Además, los valores de pH de la cebolla reportados se encuentran dentro del intervalo de pH indicado por Infoagro (2012) y Casaca (2005), el cual oscila entre 6 y 6,7.

Acidez. Los resultados de acidez titulable expresada como porcentaje de ácido pirúvico (Tabla 3) muestran que no hay variaciones estadísticamente significativas ($p > 0,05$) y los valores reportados se ubican dentro del intervalo de valores informado por Rodríguez et al. (1998) para cebolla, el cual está entre 0,12 y 0,27 %, indicando que las condiciones de almacenamiento no afectan la calidad de la cebolla en rodajas.

Textura. En la Figura 2 se muestra el comportamiento de los valores de firmeza del tejido de cebolla en rodajas, donde se puede observar que para las 3 condiciones de empaque, se presentó un aumento en el valor de la firmeza a los primeros 5 días, seguido de un descenso durante los siguientes días de almacenamiento, presentándose los menores cambios en el tratamiento Flexvac – AM; esto indica que este material de empaque permitió reducir el ablandamiento del tejido, lo cual puede estar asociado a una menor intensidad respiratoria, ya que este material tiene una menor permeabilidad al oxígeno ($<60 \text{ cm}^3/\text{m}^2/24 \text{ h}/1\text{atm}$) en comparación con los otros empaques BOPP y coextruido que tienen valores de 2000 y $150 \text{ cm}^3/\text{m}^2/24 \text{ h}/1\text{atm}$, respectivamente (AINIA, 2013), la cual a su vez puede favorecer la reducción en la producción de exudado y de alteraciones microbiológicas.

Tabla 3. Porcentaje de acidez de cebolla en rodajas durante el almacenamiento.

Tiempo (días)	Acidez (% de ácido pirúvico)		
	Coextruido-vacío vacío A	BOPP- AMA	Flexvac - AM A
1	0,26 $\pm$ 0,124 a	0,26 $\pm$ 0,124 a	0,17 $\pm$ 0,000 a
5	0,26 $\pm$ 0,124 a	0,26 $\pm$ 0,124 a	0,26 $\pm$ 0,124 a
10	0,17 $\pm$ 0,000 a	0,17 $\pm$ 0,000 a	0,17 $\pm$ 0,000 a
18	0,17 $\pm$ 0,000 a	0,26 $\pm$ 0,124 a	0,17 $\pm$ 0,000 a

Fuente: Autores

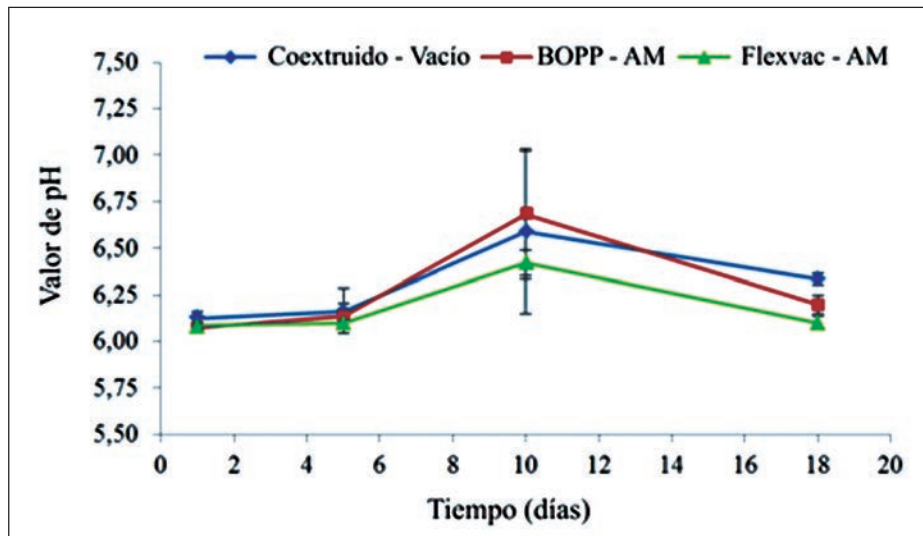


Figura 1. Valores de pH de cebolla en rodajas durante el almacenamiento.

Fuente: Autores.

Liu y Li (2006) señalan que los valores de firmeza de cebolla en rodajas disminuyen con el tiempo de almacenamiento y que, a su vez, un factor importante que afecta esta disminución es la temperatura de almacenamiento. Esta disminución en la firmeza durante el almacenamiento, es un

indicador de la pérdida de integridad estructural del tejido, y el cambio está asociado con el nivel de exudado presente en la superficie del tejido; lo cual indica disrupción de la membrana celular y pérdida de fluidos (Varela et al., 2008).

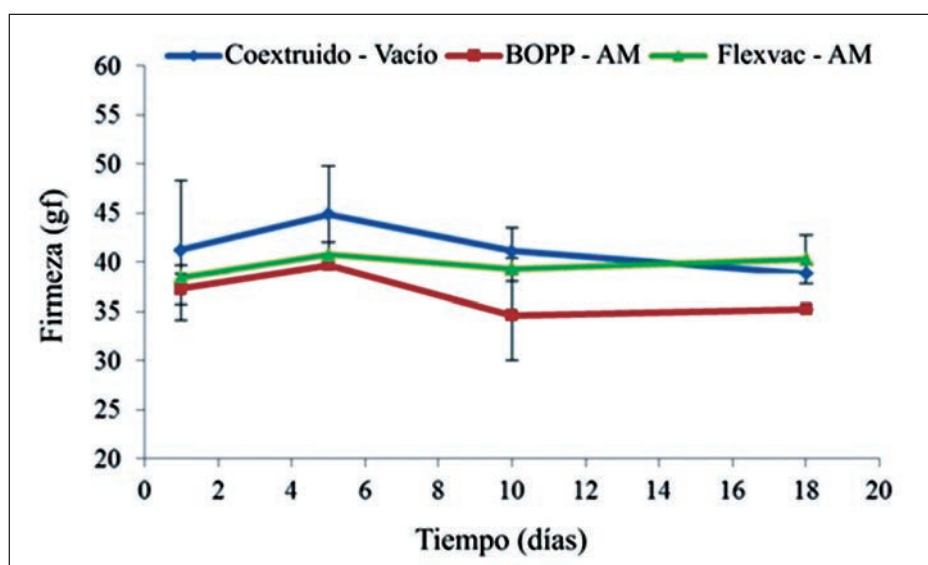


Figura 2. Textura de cebolla en rodajas durante el almacenamiento.

Fuente: Autores.

Pérdida de peso. La pérdida de peso está relacionada con la cantidad de exudado producido por la cebolla durante el tiempo de almacenamiento. Las tres condiciones de empaque presentaron un incremento continuo en la pérdida de peso durante el almacenamiento, presentándose los mayores cambios en las muestras empacadas en Coextruido - Vacío en el día 18 (Figura 3).

Kasim (2009a) reporta en su trabajo incrementos en pérdidas de peso en cebolla en rodajas durante 21 días de almacenamiento cercanas a 7 y 17 %, valores que concuerda con lo encontrado en las muestras de cebolla en rodajas empacadas bajo atmósferas modificadas en los dos empaques (Flexvac & BOPP). Hong y Kim (2004) indican que la pérdida de peso es un factor importante a controlar, ya que está relacionado directamente con la apariencia del producto durante la distribución y venta del producto, durante este estudio el empaque Flexvac permite reducir esta producción de exudado, debido a que las condiciones del material logran mantener mejor la estructura del tejido (Varela et al., 2008).

Color. En relación a la variable Luminosidad, las condiciones de empaque Coextruido - Vacío y BOPP- AM presentaron un incremento continuo hasta el día 10 y luego una disminución en el día 18 del 10 % y 7 %, respectivamente (Tabla 4). Un comportamiento similar fue reportado por Kasim (2009), quien obtiene una disminución de la luminosidad en un 8 % durante 15 días

de almacenamiento, y Frezza, D. et al. (2011) también presenta aumento de la luminosidad hasta el día 7 y luego una disminución de esta variable.

En relación con la condición de empaque Flexvac- AM, la luminosidad se mantiene constante, coincidiendo con lo reportado por Praeger et al. (2003), quienes indican que la luminosidad presenta pequeñas fluctuaciones no muy significativas durante el almacenamiento.

En el caso de la coordenada b^* , esta incrementa con el tiempo de almacenamiento (Tabla 5), presentándose una coloración amarillenta en la cebolla. Este comportamiento coincide con lo reportado por Frezza, D., et al. (2011), Kasim (2009a) y Kasim, M., et al. (2008), quienes afirman en sus estudios que los valores de la coordenada b^* aumentan con el tiempo de almacenamiento, lo que indica la pérdida de calidad del producto.

Esta pérdida de la pigmentación del tejido de la cebolla, es un proceso natural en la senescencia y estos cambios pueden ser acelerados por el etileno. Una reacción de estrés en el tejido puede aumentar la producción de etileno y la tasa de respiración, la cual se puede controlar con la aplicación de un ambiente apropiado (Kasim, M., et al. 2008), esto se puede relacionar con los menores cambios producidos en las muestras empacada en atmósferas modificadas.

Tabla 4. Luminosidad en cebolla precortada en rodajas durante el almacenamiento.

Tiempo (días)	Luminosidad		
	Coextruido B	BOPP A	Flexvac AB
1	82,03 ± 10,909 a	89,96 ± 0,224 a	90,73 ± 2,669 a
5	85,81 ± 2,060 a	91,64 ± 0,718 a	90,08 ± 0,416 a
10	90,67 ± 0,000 a	90,69 ± 0,196 a	89,62 ± 3,227 a
18	81,89 ± 0,000 a	84,99 ± 2,351 a	88,52 ± 1,086 a

Fuente: Autores.

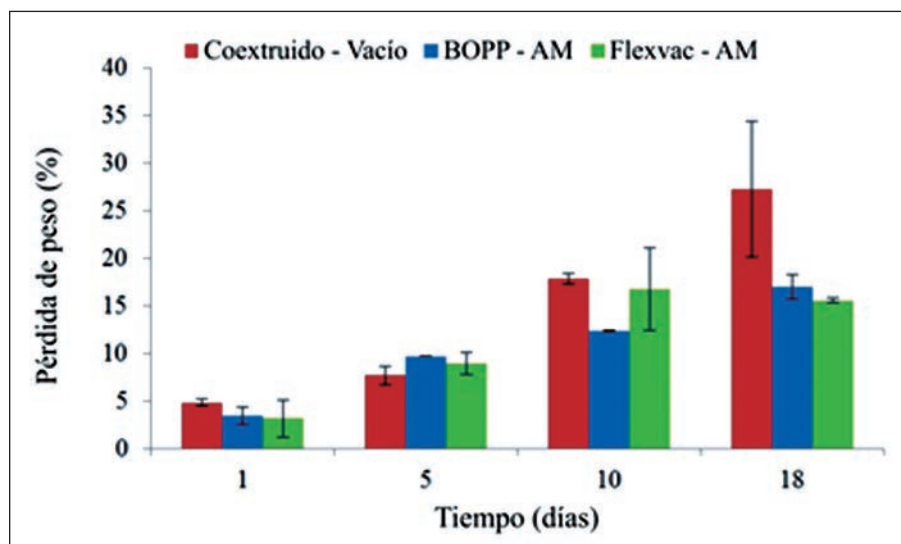


Figura 3. Pérdida de peso de cebolla en rodajas durante el almacenamiento.

Fuente: Autores

Análisis sensorial. Los resultados del análisis sensorial se muestran en la Figura 4. Para la variable color, las condiciones de empaque Coextruido-Vacío y Flexvac-AM presentaron una reducción durante el almacenamiento, obtenido el día 18 valores de 4.4 y 4.1 respectivamente, los cuales se encuentra por fuera del límite de aceptación (valor 5). La condición BOPP-AM también presentó una disminución, pero, se mantuvo por encima del límite de 5; lo cual coincide con el

comportamiento del color cuantificado, donde las menores pérdidas la presentó el empaque BOPP.

El aroma para las tres condiciones de empaque se mantuvo dentro del límite de aceptación para los primeros 10 días de almacenamiento, mientras para el día 18, los valores fueron de 4,3 (Coextruido - Vacío); 4,0 (BOPP - AM) y 4,8 (Flexvac - AM). Esta reducción podría estar relacionada con la reducción del ácido pirúvico presente en la cebolla y de los compuestos sulfúricos volátiles

Tabla 5. Coordenada b* en cebolla precortada en rodajas durante el almacenamiento.

Tiempo (días)	Coordenada a*		
	Coextruido A	BOPP A	Flexvac A
1	8,60 ± 5,138 a	3,45 ± 0,408 a	3,91 ± 2,019 a
5	7,60 ± 2,655 a	5,33 ± 1,033 a	6,58 ± 4,405 a
10	3,05 ± 0,000 a	4,85 ± 0,233 a	4,62 ± 2,258 a
18	12,87 ± 0,000 a	5,24 ± 0,641 a	6,19 ± 0,575 a

Fuente: Autores

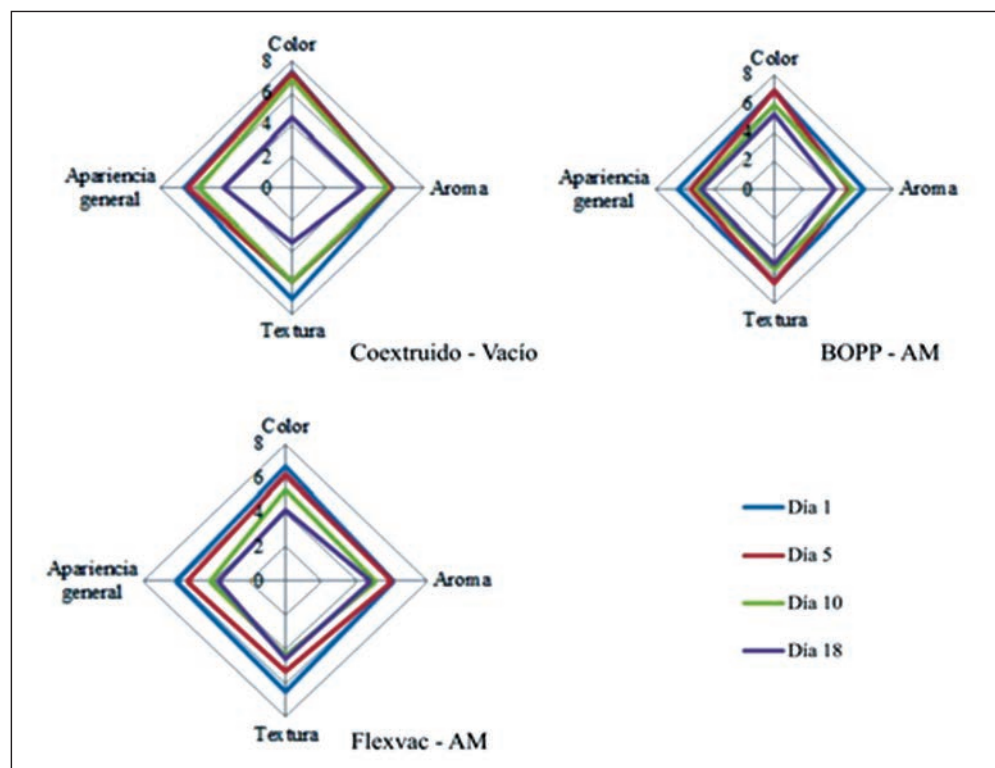


Figura 4. Atributos sensoriales de cebolla en rodajas durante el almacenamiento.

Fuente: Autores

que se pueden difundir por el empaque o degradar durante el tiempo de almacenamiento (Blanchard et al., 1996). Liu y Li (2006) indican que durante el almacenamiento, la cebolla emite un olor desagradable, por lo que recomiendan una combinación de baja temperatura y el aumento de los niveles de CO_2 para mejorar cualidades sensoriales.

La textura del tejido, evaluada como crujiencia del producto al ser fracturado por medios mecánicos y no por cavidad bucal, se mantuvo dentro del límite para las tres condiciones de empaque durante los 5 primeros días, seguido por una disminución para las condiciones de empaque Coextruido - Vacío y BOPP - AM, en el día 10 y 18, respectivamente. La condición de empaque que mejor mantuvo la firmeza durante los 18 días de almacenamiento fue la condición de empaque Flexvac - AM con un valor final de 5,3. Esto coincidió con los resultados de análisis

de firmeza instrumental (Figura 2), donde el tratamiento que mejor mantuvo las características de firmeza fue Flexvac - AM.

La apariencia es uno de los parámetros más importantes de los productos mínimamente procesados, de esta depende la aceptación por parte del consumidor. Las condiciones de empaque Coextruido - Vacío y Flexvac - AM mantuvieron mejor la apariencia general durante 10 días, seguido de un descenso para el día 18 con valores de 4,9 y 4,2 respectivamente.

Análisis microbiológico. Los resultados microbiológicos para mesófilos aerobios totales, muestran que durante los 18 días de almacenamiento, la velocidad de crecimiento microbiológico incrementa para las tres condiciones de empaque, presentando un valor inicial de 4 Log (UFC/g) y, finalizando para el día 18 con 6 Log (UFC/g).

Tabla 6. Recuento de Mesófilos Aerobios Totales en cebolla precortada en rodajas durante el almacenamiento.

Tiempo (días)	Recuento de Mesófilos Aerobios Totales (log UFC)		
	Coextruido A	BOPP A	Flexvac A
1	4,16 ± 0,153 c	3,89 ± 0,129 c	4,12 ± 0,127 b
5	5,69 ± 0,078 bc	5,45 ± 0,189 bc	5,20 ± 0,121 b
10	6,18 ± 0,128 b	5,89 ± 0,018 ab	5,88 ± 0,099 a
18	6,49 ± 0,064 a	6,10 ± 0,073 a	5,97 ± 0,053 a

Fuente: Autores

Los resultados arrojados no sobrepasan el límite máximo de crecimiento estipulado por la Norma Española RD 3484 de 2000, la cual indica que, el recuento total de aerobios mesófilos es de 7 log (UFC/g), resultados similares a los reportados por Hong y Kim (2004) quienes indican que el crecimiento de aerobios está asociado con la utilización de agua para el lavado de vegetales con bajas condiciones sanitarias, para lo cual, es recomendable lavar con agua de buena calidad a bajas temperaturas (<5 °C) para eliminar los microorganismos y el fluido en el tejido, y en operaciones de procesamiento mínimo, el corte puede aumentar el deterioro microbiano mediante la transferencia de la microflora de la piel de la cebolla hacia la parte carnosa de la cebolla, donde los microorganismos pueden crecer rápidamente por la exposición de los jugos cargados de nutrientes.

Conclusiones

Los cambios fisicoquímicos de la cebolla precortada en rodajas, empacada al vacío, indican que no hay efectos negativos relacionados con pH y acidez expresada como porcentaje de ácido pirúvico, como tampoco para las muestras envasadas mediante atmósfera modificada. En relación a la pérdida de peso presenta un

efecto negativo concerniente a la cantidad de exudado producido por la cebolla. Este aspecto está relacionado con la reducción en la firmeza del tejido. Igualmente, estos cambios se relacionan con la pérdida del color, por efectos de la humedad en el interior del empaque y el aumento en el crecimiento microbiológico. La aplicación de atmósfera modificada tiene un efecto positivo en la estabilidad de la cebolla para la condición de empaque Flexvac, la que permitió extender la vida útil de la cebolla precortada en rodajas en 10 días más al manejado por el empaque al vacío, demostrando ser una buena alternativa de procesamiento frente al proceso convencional, ya que este proceso solo alcanza 5 días de vida útil.

Agradecimientos

Las autoras agradecen a la empresa Agropecuaria El Llano, Ltda., por el suministro de la materia prima y permitir el uso de sus instalaciones para el desarrollo de los ensayos.

Referencias bibliográficas

AINIA, (2013). *Guía técnica Ainia de envase y embalaje – láminas*. Recuperado en diciembre de 2013 de <http://www.guiaenvase.com/>

- bases/guiaenvase.nsf/V02wn/L%C3%A1minas?OpenDocument
- Artes-Hernández, F. (2007). Avances tecnológicos durante el transporte frigorífico hortofrutícola. En Jornada sobre soluciones tecnológicas en logística y transporte. *Foro Cooperación Universidad Politécnica de Cartagena-Empresa*. 27 noviembre. (8p.). Cartagena, España.
- Artés-Hernández, F., Aguayo, E., Gómez, P., & Artés, F. (2009). Innovaciones tecnológicas para preservar la calidad. Productos vegetales mínimamente procesados o de la “cuarta gama”. *Horticultura Internacional*, 69, 52-57.
- Blanchard, M., Castaigne, F., Willemot, C., & Makhlouf, J. (1996). Modified atmosphere preservation of freshly prepared diced yellow onion. *Postharvest Biology and Technology*, 9(2), 173-185.
- Fernández, L., Castellero, C., & Aguilera, J.M. (2005). An application of image analysis to dehydration of apple discs. *Journal of Food Engineering*. 67(1-2), 185-193.
- Hong, G., Peiser, G., & Cantwell, M.I. (2000). Use of controlled atmospheres and heat treatment to maintain quality of intact and minimally processed green onions. *Postharvest Biology and Technology*, 20(1), 53-61.
- Hong, S. & Kim, D. (2004). The effect of packaging treatment on the storage quality of minimally processed bunched onions. *International Journal of Food Science and Technology*, 39(10), 1033-1041.
- Kasim, M.U. (2009). The effect of harvesting onions at different diameter on color and weight loss in fresh cut green onions. *World Applied Sciences Journal*, 6(6), 728-733.
- Kasim, R. (2009). The effects of cut-type and heat treatment on fresh-cut green onions quality. *American-Eurasian Journal agriculture & Environment Science*, 5(3), 428-433.
- Kasim, M., Kasim, R. & Erkal, S. (2008). UV-C treatments on fresh-cut green onions enhanced antioxidant activity, maintained green color and controlled ‘telescoping’. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 6(3-4), 63-67.
- León, K., Mery, D., Pedreshi, F., & León, J. (2006). Color measurement in L*a*b* units from RGB digital images. *Food Research International*, 39(10), 1084-1091.
- Liu, F., & Li, Y. (2006). Storage characteristics and relationships between microbial growth parameters and shelf life of MAP sliced onions. *Postharvest Biology and Technology*, 40(3), 262-268.
- MacGuire, R.G. (1992). Reporting of objective color measurements. *Hort Science*, 27(12), 1254-1255.
- Martín-Belloso, O., & Oms-Oliu, G. (2005). Efecto de la atmósfera modificada en las características físico-químicas y nutricionales de la fruta fresca cortada. En *Simposium nuevas tecnologías de conservación y envasado de frutas y hortalizas. Vegetales frescos cortados* (marzo, pp. 47-58), La Habana, Cuba.
- Miguel, A., & Durigan, J. (2007). Qualidade de cebola minimamente processada e armazenada sob refrigeração. *Horticultura Brasileira*, 25(3), 437-441.
- Ospina-Meneses, S., & Cartagena-Valenzuela, J. (2008). La atmósfera modificada: una alternativa para la conservación de los alimentos. *Revista Lasallista de Investigación*, 5(2), 112-123.
- Praeger, U., Ernst, M., & Weichmann, J. (2003). Effects of ultra low oxygen storage on postharvest quality of onion bulbs (*Allium cepa* L. var. *cepa*). *European Journal Horticultural Science*, 68(1), 14-19.
- Rodríguez, J., Pérez de C., M., Ramírez, H., & Zambrano, J. (1998). Caracterización de algunos parámetros de calidad en la cebolla bajo diferentes épocas de cosecha. *Agronomía Tropical*, 48(1), 33-40.
- Thakkar, S.R., & Shah, P. (2009). Sensory evaluation of dehydrated onion compared to fresh onion samples. *Shodh, Samiksha aur*

- Mulyankan. *International Research Journal*, 2(7), 59-60.
- Toivonen, P., & Brummell, D. (2008). Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 48(1), 1-14.
- Torrieri, E., Perone, N., Cavella, S., & Masi, P. (2010). Modelling the respiration rate of minimally processed broccoli (*Brassica rapa var. sylvestris*) for modified atmosphere package design. *International Journal of Food Science & Technology*, 45(10), 2186-2193.
- Varela, P., Salvador, A., & Fiszman, S. (2008). Changes in apple tissue with storage time: Rheological, textural and microstructural analyses. *Journal of Food Engineering*, 78(2), 622-629.
- Yoo, K., Lee, E., & Patil, B. (2012). Changes in flavor precursors, pungency, and sugar content in short-day onion bulbs during 5-month storage at various temperatures or in controlled atmosphere. *Journal of Food Science*, 77(2), C216-C221.

Gestión ambiental desde el ecodiseño

Recibido: 5 de febrero de 2014

Aceptado: 5 de noviembre de 2014

Resumen

Los patrones de producción y consumo que presenta nuestra sociedad requieren de medidas que busquen hacer un buen uso de los recursos naturales y reducir las emisiones derivadas de actividades de extracción, fabricación, comercialización y uso de productos. Es posible que las organizaciones prevengan los posibles impactos ambientales negativos derivados de sus actividades de fabricación y comercialización de productos mediante la implementación del ecodiseño. Este se enmarca en las etapas claves de diseño y desarrollo permitiendo determinar los lineamientos claves para la prevención o reducción de impactos ambientales negativos que se presentarían durante las etapas de ciclo de vida. La aplicación del eco-diseño abarca tanto los niveles operacionales como los gerenciales dentro de la organización. La aplicación del ecodiseño se encuentra consolidada a través de la norma ISO 14006:2011 “Guía para la incorporación del eco-diseño en los sistemas de gestión ambiental”.

Palabras clave: ecodiseño, producción y consumo sostenible, gestión ambiental, ciclo de vida de los productos, desarrollo empresarial sostenible, ISO 14006.

Environmental Management from Ecodesign

Abstract

The patterns of production and consumption that has our society require measures to make good use of natural resources and reduce emissions from the activities related to extraction, manufacturing, marketing and use of products. Organizations may prevent potential negative environmental impacts of its manufacturing and marketing activities through the implementation of eco-design. This is part of the design and development key stages determining the key guidelines for the prevention or reduction of negative environmental impacts that would occur during the life cycle stages. The application of ecodesign covers both operational and managerial levels within an organization. The application of eco-design is consolidated through ISO 14006:2011 “Guidelines for incorporating eco-design in environmental management systems.”

Keywords: Ecodesign, Sustainable production and consumption, environmental management, Product life cycle, Sustainable business development, ISO 14006.

.....
¹ Diseñador Industrial; Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible; Docente coordinador de investigación, Fundación Universitaria Agraria de Colombia, Bogotá, Colombia. Email: cuervo.oscar@uniagraria.edu.co

² Diseñador Industrial; Maestría en Diseño Industrial; Docente coordinador de investigación, Fundación Universitaria Agraria de Colombia, Bogotá, Colombia. Email: mongui.andres@uniagraria.edu.co

Introducción

La tercera generación de la Responsabilidad Social Empresarial (RSE) es parte del desarrollo del tejido empresarial y su competitividad, y ha ampliado su alcance, para incluir temas ambientales y sociales en todos los niveles de operación en las organizaciones, las cuales serán agentes activos y promotoras del desarrollo sostenible a nivel local y global. La problemática ambiental se relaciona con los impactos del excesivo consumo de recursos naturales y las emisiones contaminantes al aire, vertimientos al agua y tierra en los procesos de extracción, producción y distribución (Bras, B., 1997). En Colombia el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT)³, describe la problemática ambiental en su Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible (2010) al mencionar que: “[...] el uso excesivo de recursos como el agua y la energía, así como el mayor uso de materias primas generan también aumento de residuos. Lo anterior se combina con una población en continuo crecimiento que demanda más productos y servicios [...]”. A esto se suma el tener en cuenta los patrones de producción y consumo que se presentan actualmente y ejercen una presión sobre el capital natural, que hacen que este pierda productividad y competitividad.

Es importante resaltar el cambio en la estrategia corporativa para incluir cuestiones ambientales, en particular, identificando el progreso en el desarrollo y la estandarización de los instrumentos de gestión ambiental; la Organización Internacional de Estandarización (ISO), a través de los sistemas de gestión ambiental, de las auditorías ambientales y del análisis del ciclo de vida (ACV), define instrumentos de gestión ambiental de uso común que permiten el cambio de la estrategia organizacional. Otros ejemplos son el análisis de flujo de materiales (AFM), el consumo de materiales

por unidad de servicio y la evaluación del impacto ambiental (EIA) (Laestadius & Karlson, 2001).

En Colombia actualmente las empresas implementan sistemas de gestión, que les posibilitan fortalecer su ventaja competitiva, estar preparadas para clientes cada vez más exigentes, acceder a incentivos económicos, asegurar el cumplimiento legal, participar en mercados globales y reducir potencialmente los impactos ambientales en todos los ámbitos de operación de la organización. Sin embargo, las organizaciones impulsan la implementación de estos sistemas sobre la mayoría de los procesos administrativos y productivos, dejando a un lado la adopción de sistemas que estén involucrados en la gestión del diseño y desarrollo de sus productos⁴.

Los Sistemas de Gestión Ambiental (SGA)⁵, permiten a las empresas centrar sus esfuerzos principalmente en los procesos que se derivan de la generación y comercialización de sus productos y servicios, sin embargo, es posible prevenir los impactos que puedan surgir desde las etapas de diseño y la influencia que este puede llegar a tener dentro de la gestión ambiental. El ecodiseño se enmarca en esas fases claves de diseño y desarrollo permitiendo definir lineamientos determinantes para la prevención, mitigación y reducción de impactos ambientales negativos que se presentarían durante las etapas del ciclo de vida. La aplicación del ecodiseño se encuentra consolidada

• • • • •
⁴ Producto se define entonces como “resultado de un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados”.

Existen cuatro categorías genéricas de productos:

- servicios (por ejemplo, transporte).
- software (por ejemplo, programas de computador, diccionario).
- hardware (por ejemplo, parte mecánica de un motor).
- materiales procesados (por ejemplo, lubricante).

La mayoría de los productos contienen elementos que pertenecen a diferentes categorías genéricas de producto. La denominación del producto en cada caso como servicio, software, hardware o material procesado depende del elemento dominante”. ISO 9000, Sistemas de Gestión de la Calidad - Fundamentos y vocabulario.

⁵ Sistema de Gestión Ambiental es parte del sistema de gestión de una organización, empleada para desarrollar e implementar su política ambiental y gestionar sus aspectos ambientales.

• • • • •
³ El MAVDT a partir del año 2011 se denomina Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)

a través de la norma ISO 14006:2011 “Guía para la incorporación del eco-diseño en los sistemas de gestión ambiental”, y permite complementar tanto el sistema de gestión ambiental de la norma ISO 14001:2004 como el sistema de gestión de la calidad de la norma ISO 9001:2008.

Conceptualización

Dentro de los enfoques para el control de la contaminación en los últimos 40 años, se ha pasado de los métodos de “*final del tubo*” hasta las tendencias de principios de prevención como la *Producción más Limpia* (P+L). Actualmente, el enfoque ha evolucionado desde la *Producción más Limpia* hasta la *Producción y el Consumo Sostenible*.

En Colombia se ha planteado la Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible PyCS, desde el año 2010, que permite complementar el Plan Estratégico Nacional de Mercados Verdes, vinculando la Política de Producción más Limpia de 1997. Dentro de los componentes claves de la política PyCS está la promoción de la gestión integral de residuos, la formulación e implementación de herramientas metodológicas para promover el consumo sostenible entre las que se encuentran el ecodiseño, el análisis de ciclo de vida y las compras sostenibles, entre otras (MAVDT, 2010).

Para cumplir con la finalidad de este documento, es necesario ampliar en la definición de varios conceptos fundamentales:

a. Definición de Gestión Ambiental

La gestión ambiental es un sistema que está orientado a resolver, mitigar y/o prevenir los aspectos y problemas de carácter ambiental, con el propósito de lograr un desarrollo sostenible, que le permita al ser humano y a las organizaciones potencializar los recursos, los procesos, la cultura y el territorio. En Colombia se aplica el enfoque

definido por la ISO en los sistemas de gestión ambiental bajo la norma NTC-ISO 14001:2004, que es una herramienta que le permite a una organización desarrollar e implementar una política ambiental y unos objetivos que tengan en cuenta los requisitos legales y la información sobre los aspectos ambientales significativos; la base de este enfoque determina un rumbo definido en esta política adoptada por la organización, el proceso de planificación, implementación y operación, la verificación, la revisión por la dirección y mejora continua, enmarcado en el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar)⁶. Lo anterior aporta una serie de beneficios de carácter económico, cultural, que facilitan la planificación de los procesos y previenen la contaminación, y a su vez, mejoran las relaciones con la comunidad y el ambiente externo de la organización.

Dentro de las tendencias a nivel mundial en la gestión ambiental se puede resaltar lo identificado por el ICONTEC (2011): “de sistemas de gestión independientes y aislados (calidad, ambiental, seguridad y salud ocupacional) a sistemas de gestión estratégicos que incluyen diversas variables (calidad, ambiente, seguridad, información, etc.)”; al mismo tiempo y como se había resaltado inicialmente, hay una tendencia a tener un público más y mejor informado convirtiéndose en consumidores más exigentes de productos que evidencien el concepto de ecológico. Otra tendencia es la de ver la gestión ambiental como un componente crucial dentro de la cadena de valor así como un factor dentro de la responsabilidad social y ambiental de las empresas.

b. Definición de Ecodiseño

La ISO define Ecodiseño como: “la integración de procesos dentro de las etapas de diseño

.....

⁶ Ciclo de Deming, estrategia de mejora continua, permite a las organizaciones mejorar su competitividad, la de sus productos, reduciendo costos, optimizando la productividad, reduciendo sus precios, incrementando la participación del mercado y la rentabilidad de la organización.

y desarrollo de producto que buscan reducir los impactos ambientales y continuamente mejorar el desarrollo ambiental de los productos a través de su ciclo de vida, que va desde su extracción de materia prima hasta el final de vida útil”. Teniendo en cuenta la aplicación del ecodiseño por parte de las organizaciones, la ISO aprobó la norma 14006: “Sistemas de Gestión Ambiental. Directrices para la incorporación del Ecodiseño”. En dicha norma se incluyen los requisitos a seguir en el proceso de diseño y desarrollo de productos a través de un sistema de gestión ambiental.

En relación con el diseño de producto se puede definir como el conjunto de procesos que transforman los requisitos en características específicas para la generación de un producto. Todos estos procesos buscan convertir una idea en un producto e incluyen actividades de investigación y desarrollo de un producto, estrategias de negocio y marketing, entre otros. También se incluye las mejoras a un producto ya existente lo que se conoce como rediseño de producto.

c. Definición de producción y consumo sostenible

Fundamentalmente, la Producción y consumo sostenible es una serie de estrategias y actividades destinadas a cambiar los patrones insostenibles de producción y consumo por parte de los diferentes actores de la sociedad, esto con el objetivo de reducir la contaminación, conservar los recursos naturales, estimulando el uso sostenible de la biodiversidad y favoreciendo la integralidad ambiental de bienes y servicios (MAVDT, 2010).

La Producción y consumo sostenible se puede considerar como la evolución del enfoque de la gestión ambiental que integra la responsabilidad desde el consumo al enfoque de Producción más limpia, permitiendo establecer un nuevo paradigma. Para ilustrar estos cambios de paradigma en la gestión ambiental se pueden nombrar ejemplos como: (i) instrumentos de comando y control

versus incentivos del mercado, (ii) Optimización de procesos versus optimización del ciclo de vida del producto y negocios sostenibles, (iii) Gestión de residuos versus gestión de materia prima, (iv) Empresas individuales versus cadenas productivas, redes de empresas y simbiosis industrial y, (v) Cultura de consumo versus cultura del consumo sostenible (ibíd).

Los avances en Colombia en relación con este tema se iniciaron cuando se adoptó la Política Nacional de Producción más Limpia en 1997, la cual se concibió como una estrategia de gestión ambiental que para prevenir la contaminación y optimizar la eficiencia de los procesos productivos mediante las buenas prácticas de manufactura y la adaptación de tecnologías más limpias. En el año 2002 se expidió el Plan Estratégico Nacional de Mercados Verdes buscando evolucionar la institucionalización de la Producción y el Consumo sostenible en los sectores públicos y privados.

Según los estudios realizados por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en el 2009 señalan que en materia de Producción más limpia, la mayoría de países cuentan con programas de asistencia técnica dirigidos a sectores específicos en los cuales se han logrado experiencias exitosas, pero, aún los avances en materia de consumo sostenible son bastante limitados. También se identifica la falta de recursos y capacidades que tienen las pymes para la gestión ambiental incluyendo el cumplimiento de la normatividad en seguridad y salud ocupacional como también en materia ambiental.

Gestión ambiental desde el ecodiseño

La gestión ambiental dentro de la empresa incluye la aplicación de herramientas desde el ecodiseño que buscan llegar a crear nuevos productos, servicios y procesos que disminuyan el impacto ambiental. Esto incluye las exigencias en materia legal hacia el control de los residuos generados así como al consumo correcto de recursos naturales

enmarcado dentro del incremento de la demanda de productos que minimicen el impacto ambiental así como procesos más limpios (Ormazabal & Sarriegui, 2011).

Acerca de la gestión ambiental y su relación con el desarrollo empresarial sostenible, Van Hoof (2008) menciona que: “Vista en su más amplio sentido, la gestión ambiental busca equilibrar los aspectos relacionados con los recursos naturales y la contaminación ambiental con los demás elementos del desarrollo sostenible, como son el manejo de los componentes social y cultural, y el desarrollo económico.”

Es necesario pensar en la articulación entre el diseño y desarrollo de producto sostenible (ISO 14006:2011) y sus procesos (ISO 14001:2004) entregando productos de óptima calidad (ISO 9001:2008). Por un lado, tenemos las normas mencionadas pero la aplicación por parte de las empresas resulta muy baja. El nivel de aplicación depende principalmente de la cultura empresarial en torno a cómo son vistos los sistemas de gestión, definidos por su importancia de apropiación en el sentido de que estos sean certificables, definiendo características visibles en el mercado para la organización frente a la competencia. Por otro lado, las organizaciones destinan grandes recursos humanos y financieros para la implementación y mejoramiento de las herramientas de gestión ambiental. Se hace necesario indagar dentro del contexto colombiano si se presenta la generación de productos y procesos ecoeficientes como consecuencia de la aplicación de instrumentos de gestión ambiental.

La gestión ambiental tiene un enfoque preventivo desde soluciones administrativas y de ingeniería, es decir, procesos ya existentes frente a la identificación de los aspectos y la disminución de sus impactos ambientales.

El enfoque desde el ecodiseño complementa el sistema de gestión existente al incluir actividades dentro de la planificación de la organización, incluyendo la planificación de productos y ser-

vicios así como los procesos para su desarrollo y comercialización, esto con el fin de evitar impactos ambientales en todas las etapas del ciclo de vida del producto, y no solo las exclusivas de la organización. Lo anterior obliga a la organización a establecer alianzas con sus proveedores y clientes garantizando una trazabilidad de los impactos de sus actividades productivas y comerciales.

La aplicación del ecodiseño puede catalogarse en varios niveles, que, a su vez, cuenta con diferentes procedimientos, herramientas y actividades articulando la aplicación de la normatividad relacionada con el ecodiseño y busca que se refleje tanto en los productos como en la estrategia corporativa de la organización. Esto nos permite efectividad de dicha normatividad, particularmente, se evidencia en productos y servicios que incorporan una disminución de su impacto ambiental desde las etapas de diseño y desarrollo.

Ecodiseño como modelo de gestión

Es importante concebir la diferencia conceptual entre gestión del ecodiseño y el ecodiseño como modelo de gestión en las organizaciones; se plantea esta discusión con el fin de inducir correctamente hacia la pertinencia y amplitud de incidencia del ecodiseño en la gestión ambiental.

En ese sentido, la gestión del ecodiseño se define como el conjunto de pasos, herramientas y estrategias desarrolladas para cumplir con los objetivos propuestos en el diseño y desarrollo de productos en un modelo de producción sostenible, concepto que limita la acción del ecodiseño como una herramienta más para la gestión; sin embargo, concebir el ecodiseño como modelo de gestión en las organizaciones, permite llevar la filosofía que este encierra hacia todas las áreas de la organización, esto las define como organizaciones “ecodiseñadas”, con fines precisos en la innovación y transformación del quehacer productivo y su injerencia en los modos de consumo responsable.

Se pretende tener una mirada objetiva del ecodiseño como principio inspirador en las organizaciones, sacándolo del esquema del estándar normativo que apoya los procesos de la gestión ambiental.

El concepto de gestión llevado a la organización, desde la filosofía del ecodiseño, exige a las organizaciones ubicarse estratégicamente en nichos de mercado cada vez más exigentes frente a los procesos de sostenibilidad y calidad de los productos y servicios que consumen, es así como, no solo la exigencia de una ubicación estratégica define una ventaja competitiva para la organización, sino que exige una modificación frente a su quehacer productivo y a su misión corporativa.

El ecodiseño como modelo para gestionar los procesos de la empresa permite dar un vuelco en la mirada clásica de las organizaciones y permite que estas orienten sus esfuerzos a la generación de mejores procesos y productos cumpliendo con

los estándares de calidad, generando o aumentando valor y reduciendo los impactos negativos al ambiente.

Lo anterior se evidencia en la tabla 2, que identifica cómo el ecodiseño puede llegar a ser transversal en sus alcances en los distintos niveles de las organizaciones.

El ecodiseño se puede ubicar en los niveles al catalogarse por su alcance físico (productos y procesos) y su alcance de información (sistemas de gestión, direccionamiento estratégico). Para que la aplicación del ecodiseño pueda tener alcances en los distintos niveles de la organización, se debe tomar la aplicación del enfoque del ciclo de vida no solo al producto sino a los procesos administrativos y gerenciales de la misma. Estos procesos necesariamente deben llegar a influenciar a las distintas partes interesadas que tienen una relación directa o indirecta con la organización, a esto se le conoce como creación de una ecorred. Esta red se

Tabla 1. Niveles para la aplicación efectiva del ecodiseño en una organización.

Nivel	Descripción
Gestión estratégica del producto sostenible	La creación y aplicación de procesos interrelacionados enfocados desde la sostenibilidad ambiental y como sistema contribuye con la eficacia y eficiencia de una organización para la traducción de su estrategia corporativa de forma coherente en productos.
Norma 140006 Sistemas de Gestión Ambiental. Directrices para la incorporación del Ecodiseño	Sistema de gestión dirigido a identificar, controlar y mejorar de manera continua, los aspectos ambientales a través del diseño y desarrollo de productos por parte de una organización.
Ecodiseño como método de diseño	Procedimientos sistémicos que utiliza el pensamiento prospectivo y lateral para generar productos que disminuyan el impacto ambiental en sus etapas de ciclo de vida sin disminuir su valor y calidad.
Herramientas de ecodiseño	Estructuras metodológicas basadas en el análisis de ciclo de vida que permiten incluir estrategias de ecodiseño y evidencian la disminución del impacto ambiental en procesos de diseño.
Estrategias de ecodiseño	Lineamientos específicos dirigidos a disminuir impactos ambientales en una o más etapas del ciclo de vida de producto.

Fuente: elaboración propia, 2014.

establece a partir de la creación de alianzas verdes entre la organización, socios, clientes, proveedores y la sociedad ubicada alrededor de la empresa. El objetivo de dicha red, en términos ambientales, se puede sintetizar en tomar y emitir menos al ambiente, mientras que, en términos sociales, hablamos de cooperación e intercambios (financieros, información, tecnológico, etc.)

Conclusiones

La inclusión del ecodiseño en una organización no se limita a un enfoque cerrado en el proceso de diseño y desarrollo de productos como estrategia comercial; sus alcances generan una transformación organizacional reflejada en el desarrollo de valor no solo en sus productos sino en todos los demás procesos.

El contexto colombiano brinda las posibilidades para abordar la filosofía del ecodiseño en el nuevo contexto productivo y comercial en el que actualmente se mueve, dado por distintas

características, entre ellas, el cambio del paradigma organizacional y productivo, transformando una producción básica y comercial a una producción estratégica y sostenible.

De acuerdo con el estudio realizado por Ecodiseño Uandina en 2011, las 10 compañías con acciones concretas en su producción y a nivel organizacional son:

[...] Alpina empresa que aplica el concepto de “la conservación es rentable”. Detrás de cada producto de la marca Alpina que se elige en un supermercado de Colombia, Venezuela o Estados Unidos, existe un alimento producido en condiciones de responsabilidad con el medio ambiente...

[...] Corona, realiza esfuerzos para conservar el medio ambiente creando cambio de actitudes entre los consumidores. El agua, la arcilla y el

Tabla 2. Alcances de la aplicación del ecodiseño en una organización.

Nivel	Estrategia	Indicador
Procesos de manufactura	Creación o acondicionamiento a procesos de manufactura altamente ecoeficientes.	Ecoeficiencia en uso del agua, generación de residuos, ampliación de radio del reciclaje, uso de químicos peligrosos, etc.
Producto	Productos ecológicamente innovadores	Expansión de negocios y productos ecoamigables. Eliminación de sustancias peligrosas de los productos.
Proveedores	Fortalecimiento de una cadena de suministro sostenible.	Apoyo para la inclusión de indicadores de ecoeficiencia en etapas y actividades relacionadas con el suministro. Programas de apoyo en áreas ambientales y sociales.
Administración	Inclusión de la temática ambiental en políticas como actividades corporativas.	Elevar conciencia ecológica y mejorar el sistema de educación ambiental.
Alianzas	Contribución a la sociedad y el medio ambiente local, regional o nacional.	Programas de conservación ambiental y otros programas de Responsabilidad Social Corporativa.

Fuente: adaptación del cuadro New environmental sustainability goal and 2012 performance, Samsung SDI (2012). Recuperado de http://www.samsungsdi.com/sustain/s3_1.jsp

fuego componen los tres elementos de la naturaleza con los que trabaja Corona, la obtención de la arcilla, principal elemento que se transforma en cerámica, cuenta con un plan de manejo ambiental muy estricto. Antes de excavar en su búsqueda, la primera capa vegetal se guarda celosamente. Al terminar la explotación, se recuperan los suelos con esta tierra rica en materia vegetal y se revegetaliza con especies nativas, lo que crea espesos y bellos bosques, que son utilizados en parques ecológicos...

[...] Ecopetrol, “lo ambiental como eje”, la calidad del aire en la ciudad de Bogotá ha mejorado. A través de acciones emprendidas por Ecopetrol para mejorar las condiciones atmosféricas de la ciudad, como el mejoramiento del diésel que utiliza el sistema de transporte masivo, Transmilenio, el cual se encuentra dentro de los estándares de calidad internacional, con menos de 50 partes por millón de azufre...

[...] EPM lidera los procesos de sostenibilidad ambiental dentro de las prestadoras de servicios públicos en el país [...] Adelanta acciones concretas en torno al uso racional del agua y la energía, la gestión de residuos, el control de emisiones y el cambio climático. También, trabaja en el componente social de la gestión ambiental, además de la investigación y el desarrollo...

[...] La Fundación Gaia, que dirige Martín von Hildebrand, ha recuperado 24 millones de hectáreas del noroeste amazónico. Diseñó y puso en práctica un modelo de gobernabilidad basado en los derechos y conocimientos indígenas...

[...] Natura ha realizado proyectos innovadores, como el Banco de Carbono 0, que será el primero en Latinoamérica, y busca vincular a la empresa privada en la mitigación del CO₂. Ya tienen como socios a Bancolombia, EPM, Toyota, Andesco, Ecopetrol, Isagén, Emgesa y otras compañías que adquieren acciones para que la Fundación las convierta en certificados de carbono intercambiables en el mercado voluntario. Esta iniciativa ha contado con el apoyo del BID y el GEF, y se realiza en coordinación con Minambiente...

[...] Isagén, “energía verde”, presenta buenos resultados financieros como producto de una política ambiental enfocada a cuidar su principal recurso: el agua.

[...] Schneider Electric, basa su éxito en la aplicación del ecodiseño para el manejo adecuado del cobre, el aluminio y el hierro. Bajo este concepto obtienen el análisis del ciclo de vida del producto. En este caso, los análisis son compartidos con los clientes. Los productos tienen 20 años de duración y un índice de reciclaje superior al 90%...

De acuerdo con el estudio de Navas (2011), estas son algunas de las organizaciones que han iniciado y fomentado el desarrollo de las actividades productivas con un alto sentido de sostenibilidad.

Entre las limitaciones que se presentan están las deficiencias legales y normativas, al igual que la resistencia al cambio, circunstancias que, de una u otra forma, deben transformarse en una economía dinámica y exigente, todo lo anterior dado por las exigencias de consumo global, de protección y cuidado del ambiente y de sostenibilidad económica para el futuro. Según estudios

del Ministerio del Medio Ambiente: “parte considerable del sector empresarial colombiano no tiene la posibilidad de acceder a tecnologías más eficientes y menos contaminantes, debido en parte a obstáculos de tipo económico y financiero que restringen la inversión en materia ambiental y a la falta de programas de crédito blando efectivos”. Una de las consecuencias de lo anterior, es la limitación en el diseño de productos y servicios con criterios ambientales teniendo como consecuencia un rezago en los procesos de innovación tecnológica y en la transferencia del conocimiento (MAVDT, 2010).

Si bien, normativamente la ISO en el año 2011, publicó la norma ISO 14006 que define los criterios para la implementación del ecodiseño en Colombia, el Instituto Colombiano de Normalización Técnica (ICONTEC), homologó esta norma en el año 2012. Sin embargo, su implementación en las organizaciones productivas no se ha evidenciado, dado, en parte, al desconocimiento de su existencia, sus alcances, su aplicación y si existen los profesionales idóneos que se encargarán de su aplicación. Dentro de las profesiones fundamentales en dicha aplicación está la del diseño, disciplina que en Colombia no ha podido consolidarse como soporte en los procesos de planeación de producto. Esta debilidad afecta la correcta implementación de la norma debido a la característica de la multidisciplinariedad en la que se enmarcan los procesos del ecodiseño en una organización. Los distintos enfoques desde disciplinas como la administración, la ingeniería y el diseño son correspondientes y complementarios. Esto garantiza que el ecodiseño tenga un alcance transversal como se mencionó anteriormente.

El objetivo de la gestión ambiental desde el ecodiseño —además de propender por la sostenibilidad ambiental— es el de crear valor agregado desde el ecodiseño (ecovalor), estrategia que establece un sistema de mejora continua en una organización, lo cual es coherente con sus principios estratégicos, incluyendo estamentos

administrativos y operativos que, finalmente, se reflejarán en el producto o servicio que esta ofrece.

Referencias bibliográficas

- Besseris, G. (2012). *Eco-design in total environmental quality management*. *The TQM Journal*, 24(1), 47-58.
- Bras, B. (1997). Incorporating environmental issues in product design and realization. *Industry and Environment*, 20(1), 7-13.
- Capuz, S., & Gómez, T. (2004). *Ecodiseño: Ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles*. Valencia: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.
- Holguín, N. (30 de agosto de 2010). Ecodiseño en los sistemas de gestión de las organizaciones. *Diario La República*.
- Hoof, B., Monroy, N., & Saer, A. (2008). *Producción más limpia: paradigma de gestión ambiental*. Bogotá: Universidad de los Andes, Alfaomega.
- Laestadius, S., & Karlson, L. (2001). Eco-efficient products and services through LCA in R&D/design. *Environmental Management and Health*, 12(2-3), 81.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (17 de noviembre de 2005). *Instrumentos económicos y producción más limpia*. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). *Política nacional de producción y consumo sostenible*. Bogotá. Recuperado el 20 de diciembre de 2013 de http://www.minambiente.gov.co/documentos/normativa/ambiente/politica/polit_nal_produccion_consumo_sostenible.pdf
- Ormazábal, M., & Sarregi, J. (2011). Estudio de la evolución de la gestión ambiental en empresas industriales. *M+A. Revista Electrónica de Medio Ambiente*, 11, 35-44.
- Trillos, D. (2011). *Tendencias mundiales de la gestión ambiental empresarial – Una visión*

desde la normalización técnica. Recuperado el 12 de febrero de 2014 de <http://kuage.ean.edu.co/congresos/sostenibilidad2011/images/stories/ponencias/encuentro/tendencias/files/assets/downloads/publication.pdf>

Viña, G. (30 de mayo de 2012). La oportunidad del desarrollo empresarial sostenible. *Diario Portafolio*. Recuperado el 12 de febrero de 2014 de <http://www.portafolio.co/negocios/la-oportunidad-del-desarrollo-empresarial-sostenible>

MAURICIO A. SIERRA S.¹ - LEONARDO QUIÑONES CANTOR² - ADRIANA MEJÍA TERÁN³ - YUDTANDULY ACUÑA M.⁴

Evaluación de ésteres etílicos de aceites usados y aceite de palma como biocombustible

Recibido: 5 de febrero de 2014

Aceptado: 6 de febrero de 2015

Resumen

En la obtención de ésteres etílicos se emplean aceites vegetales usados y mezclados con aceite de palma RBD. Este trabajo evalúa la influencia del tratamiento del aceite usado, el empleo de etanol anhidro tipo industrial en diferentes relaciones molares, con KOH y CH₃ONa como catalizadores, sobre el rendimiento de la reacción. Los mejores resultados se obtienen con una mezcla 80:20 de aceite de palma RBD y aceite gastado sin tratar, relación molar etanol:aceite de 9:1 y 0,5% p/p de CH₃ONa como catalizador a 60 °C. En el caso de KOH como catalizador, se obtienen rendimientos inferiores, sin embargo, su comportamiento es menos influenciado por cambios en la calidad de las materias primas empleadas.

Palabras clave: biodiesel, transesterificación, aceites vegetales, biocombustibles

Ethyl esters evaluation from used oil and palm oil as a biofuel

Abstract

Waste vegetable oils and their mixture with RBD palm oil are used to obtain ethylic esters with the purpose of evaluating the influence of treatment of waste vegetable oils, the use of industrial anhydrous ethanol in different molar ratios and the use of KOH and CH₃ONa as catalyst on the yield of reaction. The best results are obtained using a mixture 80:20 of RBD palm oil and waste vegetable oil without treatment, 9:1 molar ratio of ethanol:oil and 0,5% w. CH₃ONa as catalyst to 60 °C. The use of KOH as catalyst provides lower yields of reaction; however their behaviour is less influenced by changes in the quality of the raw materials.

Key words: Biodiesel, Transesterification, Vegetable oils, Biofuels.

• • • • •

¹ Ingeniero Químico MSc, Fundación Universitaria Agraria de Colombia – UNIAGRARIA, Docente coordinador de Investigación programa de Ingeniería Agroindustrial, Bogotá, Colombia. Email: sierra.mauricio@uniagraria.edu.co

² Ingeniero Químico MSc. CORPODIB - Investigador en temas energéticos y ambientales.

³ Ingeniera Agroindustrial MSc, Fundación Universitaria Agraria de Colombia - UNIAGRARIA, Directora del Programa de Ingeniería Agroindustrial, Bogotá, Colombia.

⁴ Ingeniera Biotecnológica MSc, Fundación Universitaria Agraria de Colombia - UNIAGRARIA, Docente Programa de Ingeniería Agroindustrial, Bogotá, Colombia.

Introducción

El Biodiesel, un biocombustible obtenido por reacción de transesterificación entre un aceite vegetal y un alcohol (Knothe et al., 2005), se presenta como una promisorio alternativa para la disminución del consumo de Diesel, debido a su similitud en propiedades fisicoquímicas como densidad, viscosidad, número de cetano, calor de combustión, entre otros. Además, posee características como baja toxicidad, biodegradabilidad y la posibilidad de reducir la emisión de contaminantes tales como CO, SOx, y material particulado, lo hacen superior a su similar de origen fósil (Suárez, 2003).

La obtención de ésteres etílicos a partir de aceites vegetales gastados (AVG) en mezcla con aceite de palma RBD (refinado, blanqueado y desodorizado) y etanol, para ser usados como combustibles en motores tipo Diesel, supone tres ventajas adicionales: i) materia prima de bajo costo, ii) establece una alternativa para la disposición final de los aceites usados provenientes de la industria de alimentos, que en la actualidad son reciclados para fabricar jabones de baja calidad, alimento para animales, vertidos al alcantarillado o, reutilizados en puestos de comidas rápidas, representando un gran riesgo para la salud de los consumidores y iii) con el uso de etanol, las materias primas son de origen 100% renovable,

lo cual garantiza un ciclo cerrado del carbono y una reducción neta de las emisiones de CO₂ a la atmósfera (May et al., 1995).

Marco conceptual

El Biodiesel es un derivado de los aceites vegetales, obtenido por alcoholisis (transesterificación), con alcoholes de bajo peso molecular. La transesterificación se lleva a cabo usualmente en fase líquida y uno de los reactantes es parcialmente soluble y se disuelve poco a poco al progresar la reacción (el aceite es parcialmente soluble en etanol).

La reacción es reversible, por tanto, para lograr altas conversiones se suele trabajar con exceso de alcohol a la temperatura de burbuja de la mezcla y catalizadores de naturaleza básica, ácida o enzimática (Ullman, 1969). Otros procesos que no incluyen catalizadores son la transesterificación a 250 °C y alta presión y la transesterificación con metanol supercrítico, que requiere una relación molar 42:1 alcohol:aceite con tiempos de reacción de 6 min. (Schuchardt et al., 1998).

Los catalizadores ácidos son efectivo, pero, requieren un tiempo de reacción prolongado y temperaturas superiores a 100 °C para su acción. Se usan en transesterificación cuando los aceites poseen grados de acidez muy altos, que perjudican la acción de los catalizadores básicos. Se emplea

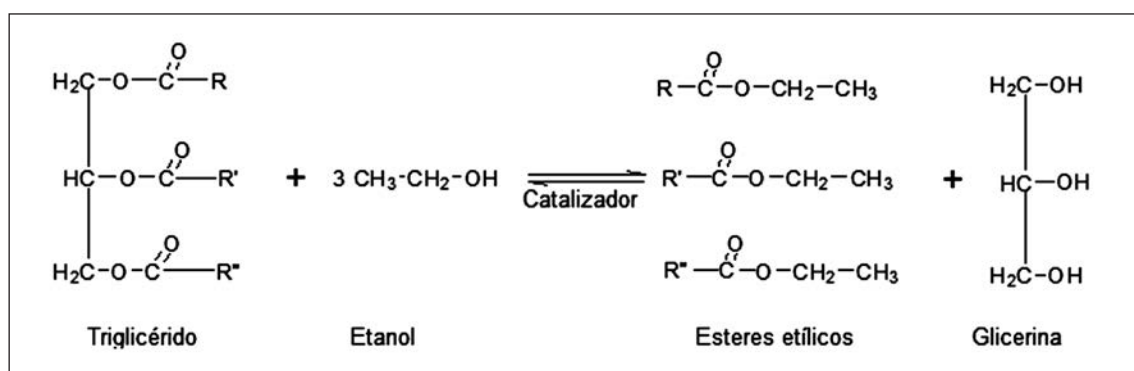


Figura 1. Reacción de transesterificación para obtener ésteres etílicos

Fuente: Elaboración propia, 2014.

Tabla 1. Arreglo experimental.

Relación molar etanol: aceite	Catalizador (Cantidad % p, aceite) /Temperatura (°C) / Aceite					
	KOH (1.5 %)			CH ₃ ONa (0.5%)		
	Ebullición (76 °C)			60 °C		
9:1	(1) MGP20	(2) AGB	(3) AGST	(7) MGP20	(8) AGB	(9) AGST
15:1	(4) MGP20	(5) AGB	(6) AGST	(10) MGP20	(11) AGB	(12) AGST

Fuente: Elaboración propia, 2014.

ácido sulfúrico, clorhídrico, sulfónico y catalizadores heterogéneos (Khan, 2002).

Los catalizadores básicos son los más usados, siendo el KOH, NaOH, carbonatos de sodio y potasio, así como los alcóxidos metálicos (metilato, etilato, de sodio o potasio), los más estudiados, pues son económicos y dan buenos resultados, siempre y cuando, el contenido de agua en el medio de reacción sea mínimo y la acidez sea cercana a 1 %, con el fin de evitar la formación de jabones y geles que inhiben la capacidad catalítica de las bases y evitan la separación de la glicerina (Darnoko, 2000). El KOH y NaOH se emplean en proporciones que oscilan entre 0,5 y 1,5 % p/p del aceite; para los alcóxidos metálicos se recomiendan valores entre 0,3 y 0,5 % p/p con respecto al aceite (Fillieres, 1995).

Metodología experimental

El desarrollo experimental contempla la obtención de ésteres etílicos a partir de aceites vegetales gastados y su mezcla con aceite de palma refinado, blanqueado y desodorizado (RBD), mediante transesterificación con etanol, empleando catalizadores básicos como hidróxido de potasio (KOH) y metilato de sodio (CH₃ONa). Se estudian los efectos del tipo de aceite y su grado de tratamiento, el tipo de catalizador, así como la relación molar etanol:aceite sobre el rendimiento de la reacción.

Materias primas

Todos los reactivos empleados en la fase de experimentación con propósitos de análisis o caracterización de materias primas son grado analítico. Se emplean: hidróxido de potasio, yoduro de potasio, etanol anhidro, ácido acético, metilato de sodio, tiosulfato de sodio, dietileter, ácido peryódico, ácido cítrico m-hidratado, cloroformo y hexanos.

El aceite de palma RBD es suministrado por Acegrasas S.A., el aceite vegetal gastado compuesto por aceite de soya y oleína de palma (relación 70:30 p/p), es recolectado de diversos puntos de la cadena de restaurantes Kentucky Fried Chicken®; la mezcla entre estos dos aceites se realiza en el laboratorio. El etanol empleado en la transesterificación es anhidro tipo industrial, suministrado por Quisol S.A., el KOH y CH₃ONa son grado analítico.

Definición de variables y arreglo experimental

De acuerdo con los ensayos preliminares realizados y las variables a estudiar, se establece el valor de de los niveles correspondientes a cada una de estas. El arreglo consiste en un diseño experimental 2^K, en el cual se estudian las interacciones de cada variable y se muestra en la tabla 1.

AGST es aceite gastado sin tratar, AGB es aceite gastado blanqueado y MPG20 es mezcla

de palma RBD y AGST en proporción 80:20. Los números en paréntesis indican el orden en que se realizan los ensayos.

Métodos

Adecuación del aceite gastado

El aceite vegetal gastado (AVG), se filtra a 60 °C con un filtro tipo industrial para retirar restos de comida y sustancias carbonáceas, luego es calentado a 120 °C para retirar la humedad presente, obteniéndose así el AGST. Como tratamiento se establece el blanqueamiento, para ello, se emplea una mezcla de materiales absorbentes como arcillas y carbón activado, tonsil actisil® 220FF y Trisyl® 615 en proporción 69:5:24:2 a 100 °C. El grado de blanqueamiento se determina midiendo la transmitancia en un espectrómetro de luz a 580 nm y 40 °C tomando como patrón de transmitancia a 0 % el AGST y para el 100 % aceite puro (mezcla de aceite de soya y oleína de palma en relación 70:30 p/p). El AGST se somete a blanqueamiento hasta obtener una transmitancia de 76 %.

Transesterificación

La reacción se realiza en un reactor de cuatro bocas de 500 ml con 4 deflectores y agitación mecánica. El sistema de reacción está conectado a un baño térmico con solución de etilenglicol-agua que mantiene su temperatura constante y un sistema de condensación para retornar el alcohol evaporado.

La reacción se efectúa por 2 horas, con 200 g de aceite de $PM = 841$ g/mol, con exceso de alcohol y catalizador según lo requerido en el arreglo experimental y con una velocidad de agitación de 700 RPM. El aceite se precalienta en el reactor a 60 °C o 70 °C dependiendo del catalizador, el cual se solubiliza por aparte en etanol justo antes de la reacción para evitar la hidratación de este último (Freedman, 1984), luego, se vierte al re-

actor y se eleva la temperatura hasta la requerida para la experimentación.

Al finalizar la reacción ocurre una separación de fases, en la que, la liviana corresponde a ésteres etílico $PM = 291,7$ g/mol, y la pesada a glicerina. Dado que el etanol en exceso interfiere con el proceso de separación, se retira por destilación hasta 100 °C. Posteriormente a la separación de fases por decantación, que dura de 5 a 10 horas, se retira el producto y se lava tres veces con una solución de ácido cítrico al 0,05-0,01 % en agua; en cada lavado se emplea 50 % de solución con respecto al biodiesel.

Procedimiento de análisis

El rendimiento de la reacción se cuantifica de dos maneras: i) Pesando los ésteres etílicos obtenidos para establecer el rendimiento con respecto al estequiométrico y ii) determinando por titulación la glicerina (G) y los α -monoglicéridos (α -MG) liberados en la reacción, esto permite estimar mediante balances de materia la producción de ésteres etílicos (EE) mediante la ecuación 1, para posteriormente calcular el rendimiento estequiométrico, que para ambos casos está dado por la ecuación 2.

$$m_{EE} = 3(\eta_{Gm} \overline{PM}_{EE}) + 2(\eta_{MGm} \overline{PM}_{MG}) \quad \text{Ec. 1}$$

$$\% \text{Rendimiento}_{EE} = \frac{m_{EE}}{(3(\eta_{GLa} - \eta_{GLa}) \overline{PM}_{EE})} \quad \text{Ec. 2}$$

Donde m es la masa, η el número de moles, PM el peso molecular, Gm la glicerina titulada en la muestra, MGm los momoglicéridos titulados en la muestra, GLa la glicerina libre en el aceite. La glicerina se determina mediante la norma AOCS Ca 14-56 y los α -MG mediante la norma AOCS Cd 14-57. Aquí no es posible determinar el contenido de MG totales; sin embargo, pueden estimarse si se tiene en cuenta que los α -MG y β -MG, establecen un equilibrio en

el que usualmente los β -MG = 0,15 α -MG. Debido a la imposibilidad de titular los diglicéridos y triglicéridos (DG yTG), se toman en conjunto como materia que no reaccionó.

El Biodiesel obtenido es sometido a los análisis típicos para combustibles tipo diesel bajo las normas ASTM y específicos para el biodiesel (acidez, glicerina, MG) realizados bajo las normas AOCS.

Resultados y análisis

Las características básicas determinadas en laboratorio para los aceites empleados en los ensayos se muestran en la tabla 2.

Rendimiento de reacción

Los resultados de la experimentación final establecida, se muestran en la tabla 3.

Efectos del procedimiento

La comparación de los rendimientos obtenidos por titulación y por peso de EE separados por decantación, revela que este tipo de separación es ineficiente, pues en promedio para los ensayos, se pierde 11,4 % de producto. Los rendimientos obtenidos por titulación no contemplan el Biodiesel obtenido a partir de los DG en la masa

reactante, esto quiere decir que, los rendimientos pueden ser superiores a los reportados en el desarrollo experimental.

Efecto de la relación molar etanol: aceite

En general, en los dos catalizadores empleados, se observa un efecto positivo sobre el rendimiento de la reacción al aumentar la relación molar etanol:aceite.

Al analizar el rendimiento de la reacción por separación de EE mediante decantación, se observa un leve efecto positivo empleando AGB o MPG20 y es más notorio al emplear AGST. Se debe tener en cuenta que la presencia de sustancias como dímeros, polímeros hidroperóxidos pueden formar interferentes o actuar como tales y los ácidos grasos libres (AGL) presentes en el aceite, pueden formar jabones o producir agua durante la reacción. Todas estas sustancias pueden actuar como emulsificantes que dificultan los procesos de separación de los EE, por tanto, el efecto positivo, en especial para el AGST, cuyo contenido de sustancias es mayor, puede atribuirse a la disminución en la concentración de las mismas, conforme aumenta el contenido de etanol en la mezcla reactante y el desplazamiento del equilibrio a la derecha por el principio de Le Chatelier.

Tabla 2. Características de los aceites empleados.

Propiedad	Método	AGST	AGB	MGP20
Acidez total (% A. Oleico)	NE 55.012	4.94	4.16	1.14
Valor ácido (mg KOH/g Aceite)	NE 55.011	9.82	8.27	2.27
Humedad y volátiles (% w)	NE 55.020	0.041	0.027	0.015
Glicerol total (% w)	AOCS Ca 14-56	10.42	9.70	11.01
Glicerol libre (% w)	AOCS Ca 14-56	0.04	0.11	0.03
Transmitancia (a 580 nm)	***	0	76	79

Fuente: Elaboración propia, 2014

Tabla 3. Rendimiento en producción de ésteres etílicos.

Ensayo	Relación molar EtOH	Aceite	Rendimiento de E.E. por peso (%)	Rendimiento de E.E. por titulación (%)	Condiciones de reacción
1	15:1	MGP20	82,7	91,5	KOH 1,5 % p Etanol 99,75 % T 76 °C Tiempo = 2 h
2		AGB	71,9	81,9	
3		AGST	75,5	84,7	
4	9:1	MGP20	81,3	90,4	
5		AGB	71,7	80,5	
6		AGST	66,5	83,8	
7	15:1	MGP20	86,7	96,9	CH ₃ ONa 0,5 % p Etanol 99,75 % T = 60 °C Tiempo = 2 h
8		AGB	***	***	
9		AGST	***	***	
10	9:1	MGP20	78,6	96,3	
11		AGB	***	***	
12		AGST	***	***	

Fuente: Elaboración propia, 2014.

Al observar los resultados por titulación, los leves incrementos en el rendimiento muestran que no es justificable el empleo de relaciones molares etanol:aceite tan altas como 15:1, pues se aumenta tiempo de proceso y los costos al tener que separar una mayor cantidad de etanol por destilación para favorecer la separación de productos una vez terminada la reacción. Por tanto, es mejor controlar otros aspectos como la calidad de las materias primas o el proceso de separación.

Efecto de la calidad del aceite

El blanqueamiento del aceite no tiene efecto positivo sobre el rendimiento de la reacción, al contrario, representa una disminución con respecto al AGST. Es posible que esto ocurra debido a que el blanqueo de aceites gastados a alta temperatura, con arcillas activadas y en presencia de oxígeno favorezca la producción de una mayor cantidad

de AGL, hidroperóxidos, monómeros y dímeros que interfieren en el desarrollo de la reacción (Van den Bosch, 1973).

La comparación entre los resultados obtenidos para KOH y CH₃ONa con los diferentes tipos de aceites, muestra la marcada influencia que tiene la calidad del aceite con respecto a la acidez libre y la humedad, en el rendimiento de la reacción. Los mayores rendimientos obtenidos para MPG20 frente a AGST y AGB (muy similares estos dos), puede deberse principalmente al menor contenido de AGL en el primero, lo cual disminuye la formación de agua producto de su esterificación, teniendo en cuenta que pequeñas concentraciones de agua inactivan la acción catalítica del KOH y el CH₃ONa.

Se ha reportado que el empleo de aceites con alto contenido de AGL (mayores a 0,5 %), puede ocasionar incrementos en la viscosidad de la mezcla reactante, formación de geles, dificultad en la separación de productos o el fallo de la reacción

Tabla 4. Caracterización de los ésteres etílicos obtenidos.

Propiedad	Ensayo							
	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7	E 10
Densidad (kg/m ³)a	863,8	864,1	868,6	866,5	868,36	870,18	870,7	865,3
Viscosidad (mm ² /s)b	5,13	5,10	5,17	4,99	5,14	5,40	5,11	5,13
Carbón Conradson (% p)c	0,057	0,058	0,069	0,059	0,06	0,070	0,055	0,055
Agua (% p/p)d	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Cenizas (% p/p)e	0,0338	0,0353	0,0378	0,0379	0,04	0,0336	0,0339	0,0339
Valor ácido (mg KOH/g)f	0,279	0,323	0,366	0,287	0,29	0,383	0,251	0,254
Calor combustión (kJ/kg)g	41035	41631	38943	41268	40658	40048	40719	40217
Flash Point (°C) h	166	166	169	166	168,50	165	168	164
Fire Point (°C) i	184	186	188	186	186,00	186	188	186
Cloud Point (°C) j	9,36	7,0	6,75	9,76	8,47	7,18	9,94	10,3
Corrosión al cobre k	1 a	1 a	1 a	1 a	0,04	1 a	1 a	1 a
Glicerina libre (% p) l	0,05	0,03	0,03	0,04	0,08	0,04	0,13	0,13
Glicerina total (% p) m	0,70	0,75	0,64	0,60	0,60	0,60	0,66	0,63
M-Gliceridos (% p) n	1,93	2,00	2,56	2,00	2,51	2,61	2,46	2,51

a. AOCs Cc10a-25 @ 20, b. ASTM D445, c. ASTM D189, d. ASTM D1774, e. ASTM D482, f. NE 55.011, g. ASTM D240, h. ASTM D 92, i. ASTM D92, j. ASTM D2500, k. ASTM D130, l. y m. AOCs Ca14-56, m., n. AOCs Cd14-57.

(8). El empleo de AGST, AGB y MPG20 supone por tanto un descenso en el rendimiento y separación de EE frente a aceites puros (rendimiento de 97-99 %), sin embargo, se observa que es posible emplear aceites con alta acidez, siempre y cuando la temperatura, relación molar de etanol, el tipo y cantidad de catalizador sean los apropiados.

Efecto del catalizador

El desempeño del CH₃ONa depende en gran parte de la calidad de las materias primas. La comparación de su desempeño con aceites

de baja calidad como los usados en los ensayos 8,9,11,12 (AGST y AGB), frente al aceite empleado en los ensayos 7 y 10 (MPG20), revela una alta sensibilidad en el comportamiento catalítico del CH₃ONa ante contenidos elevados de AGL, agua, peróxidos, polímeros y otros materiales de degradación en los AVG.

Comparando los resultados obtenidos con ambos catalizadores empleando aceite MPG20, puede observarse que, el CH₃ONa es mucho más efectivo como catalizador frente al KOH, debido probablemente a que los interferentes se encuentran en menor proporción en este tipo de

aceite, permitiendo una mayor actividad catalítica y menores tasas de inactivación del CH_3ONa .

El KOH es mucho más estable que el $\text{CH}_3\text{O-Na}$ y puede emplearse con AVG de inferior calidad, no obstante, esto también implica un descenso en la obtención de EE, ya que también se ve afectado por las condiciones descritas en los párrafos anteriores.

Caracterización

La caracterización de muestras, de acuerdo con los ensayos establecidos en el arreglo experimental se encuentra en la tabla 4.

Frente a la norma ASTM D6751 y DIN EN 14214 para biodiesel y la normatividad nacional para diesel se puede realizar el siguiente análisis:

La densidad se encuentra dentro de los límites establecidos por las normas DIN y ASTM para biodiesel, pero es ligeramente superior a la del diesel. La viscosidad es superior a la establecida por las normas DIN, pero, se encuentra dentro de los límites determinados por las normas ASTM; la diferencia se debe básicamente al tipo de aceite empleado en la obtención de los ésteres.

El producto del ensayo 6 tiene una viscosidad mucho mayor que el resto de experimentos, esto se puede atribuir a su mayor contenido de MG y AGL, la presencia de gomas o polímeros que intervienen en la reacción al emplear AGST y una menor relación molar etanol: aceite.

Los residuos de carbón se encuentran fuera de los límites establecidos por las normas DIN y ASTM, esto probablemente se debe a la presencia de materiales poliméricos y otros residuos presentes en el AVG empleado como materia prima y al mayor contenido de G y MG en el producto final.

Características tales como contenido de agua, acidez libre, *flash* y *Fire Point*, se encuentran dentro de los estándares internacionales. Frente al diesel colombiano, el *flash* y *Fire Point* son superiores, lo que ofrece ventajas para su manipulación y transporte.

La prueba de corrosión en lámina de cobre muestra que el nivel de corrosión es muy inferior, si se compara con lo fijado por la norma ASTM para el diesel colombiano, pero se encuentra dentro de los límites según lo estipulado por la norma DIN.

El contenido de G y MG es superior al establecido por las normas internacionales, esto puede obedecer a una reacción incompleta y/o a deficiencias en la purificación de los EE.

Conclusiones

El blanqueamiento parcial de aceites gastados no tiene un efecto significativo sobre el rendimiento de la reacción; este procedimiento conlleva a pérdidas de aceite del orden de 10 % y un uso adicional de materias primas, por tanto, no se justifica su implementación. Es mucho más relevante el control de la acidez como parámetro de calidad para los AVG.

El CH_3ONa es más sensible respecto a la calidad del aceite a emplear, no obstante, cuando esta es adecuada, ofrece mejores rendimientos que el KOH.

El KOH comprueba ser un catalizador versátil y de comportamiento más estable frente a variaciones en la calidad de los reactivos y condiciones de reacción.

La caracterización de productos muestra que los ésteres obtenidos a partir de aceites vegetales gastados y su mezcla con aceite de palma RDB, en general, cumplen con las normas establecidas, pero deben evaluarse nuevos métodos para aumentar los rendimientos de reacción y su posterior purificación.

Agradecimientos

Los autores agradecen el soporte de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia – UNIA-GRARIA, la Universidad Nacional de Colombia, SENA y la Corporación para el Desarrollo Industrial para la Biotecnología – CORPODIB.

Referencias bibliográficas

- Darnoko, D., & Cheryan, M. (2000). Kinetics of palm oil transesterification in a batch reactor. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 77(12), 1263-1268.
- Fillieres, R. (1995). Ethanolysis of rapeseed oil: Quantitation of ethyl esters, mono, di and triglycerides and glycerol by high performance size exclusion chromatography. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 75(4), 427-431.
- Freedman, B. (1984). Variables affecting the yields of fatty esters from transesterified vegetable oils. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 61(10), 1538-1543.
- Knothe, G., Krahl, J., & Van Gerpen, J. (eds.) (2005). *The biodiesel handbook*. Champaign: AOCS.
- Khan, A. (2002). *Research into biodiesel kinetics and catalyst development*. Queensland: Universidad de Queensland, Departamento de Ingeniería Química.
- May, C.Y., Ngan, M., & Basiron, Y. (1995). Production and evaluation of palm oil methyl esters as diesel substitute. *Elaeis Special Issue Malaysia*, 15-25.
- Schuchardt, U., Sercheli, R., & Matheus, R. (1998). Transesterification of vegetable oils; a review. *Journal of Brazilian oil Chemists Society*, 9(1), 199-209.
- Suárez, O. (2003). *Factibilidad técnico económica para el montaje de una planta de biodiesel a partir de aceite de palma*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería.
- Ullman, F. (1969). *Enciclopedia de química industrial* (2º ed.). Barcelona: Gustavo Gili, 222-225.
- Van den Bosch, G. (1973). Bleaching of vegetable oils: I y II conversions in soybean oil, triolein and trilinolein. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 50(11), 421-423, 487-493.

El Minotauro: una mirada borgiana¹

Recibido: 5 de febrero de 2014

Aceptado: 23 de septiembre de 2014

Resumen

Este artículo busca señalar cómo, a partir del cuento fantástico de Jorge Luis Borges “La Casa de Asterión” (1949), el concepto e imagen del personaje mítico griego del Minotauro cambió para las generaciones ulteriores, adquiriendo una nueva dimensión. Para comprender en su totalidad cuál es el redimensionamiento que el bonaerense dio a este fantástico ser, mitad hombre, mitad toro, es necesario hacer la lectura de “La Casa de Asterión” a la luz de la tradición griega, para lo cual recurrimos a la leyenda antigua y a las fuentes clásicas.

Palabras clave: Cuento fantástico, mito griego, Asterión, Minotauro.

The Minotaur: a look borgiana

Abstract

This article is seeking to point how, starting with a Jorge Luis Borges' fantastic story “La Casa de Asterion” (1949), the concept of the image of the Greek mythic character Minotaur changed for the subsequent generations, acquiring a new connotation. To be able to comprehend in its entirety the redimensioning that the Bonaire born provided to this fantastic being, half man, half bull, it is necessary to read “La Casa de Asterión” in the light of the Greek tradition, for which we will recur to utilize the ancient story and the classical sources.

Key Words: Fantastic story, Greek mythic, Asterion, Minotaur.

• • • • •
¹ María Mercedes Hernández Henríquez. Ph.D en Gramática general y Comparada –Suma cum Laude–, Universidad Autónoma de Madrid. Directora del Departamento de Humanidades de la Fundación Universitaria de Colombia –UNIAGRARIA–.

El Minotauro, Asterión² es, quizá, uno de los personajes de la mitología griega que más interés despierta. Este ser fantástico es hijo de Pasífae³ y un toro enviado por Poseidón. Según la historia mitológica, el rey de Creta, Minos, pidió al dios de los mares que le enviara un toro para su sacrificio en su honor; Poseidón oyó las peticiones del rey, pero el cretense al ver el hermoso y blanco animal no quiso sacrificarlo, incumpliendo la promesa hecha al dios. Poseidón, indignado por no cumplir Minos con el sacrificio, quiso castigarlo, para lo cual, despertó en la reina Pasífae una pasión frenética por la bella bestia.

La reina, para poder satisfacer sus apetitos carnales, pidió a Dédalo su ayuda. Dédalo, gracias a su ingenio, creó y materializó una ternera, muy semejante a un animal verdadero⁴, dentro de la cual se introducía Pasífae, y, engañando al toro, mantenía relaciones sexuales con él. Así, fruto de esta pasión desenfadada y antinatural, nació el Minotauro, ser mitad hombre y mitad toro, naturaleza a la que debe su nombre⁵. Minos, enterado del adulterio de su esposa, pidió a Dédalo que construyera un lugar para encerrar al monstruoso ser. Dédalo construyó el famoso laberinto.

Es, en este lugar, donde unos jóvenes atenienses eran encerrados para que fueran devorados por el Minotauro. Periódicamente⁶, catorce jóvenes,

siete muchachos y siete doncellas, eran enviados de Atenas a Creta para expiar las culpas por un hecho pasado⁷. Es en el tercer contingente, cuando el joven héroe ateniense, Teseo, acaba con el nefasto tributo terminando con la vida del Minotauro⁸, esta empresa la pudo llevar a cabo gracias a la ayuda de la hermosa cretense Ariadna⁹, hija de Minos y Pasífae.

Estos serían los antecedentes de la antigua historia, referente de la cultura occidental¹⁰. A continuación, acudiremos a los autores clásicos, que nos ofrecen una visión –no fantástica– sobre este personaje.

Las fuentes clásicas

Plutarco¹¹ escribe que el Minotauro no era otro que un general de Minos de nombre Tauro. Y que el laberinto, al que la historia mitológica le confiere ser la morada del Minotauro, es la prisión donde permanecían los jóvenes llegados de Atenas. Los jóvenes eran ofrecidos a los vencedores de los juegos fúnebres celebrados en honor de Andro-
.....

Yves Bonnefoy (2001: 74) no especifica el tiempo que transcurre, simplemente anota que es periódico. Por último, sobre este tema de discusión encontramos dos versiones diferentes en Noël (2003: 898) dice que este período es de cada siete años, y en la p. 1218 que es de cada nueve años. Plutarco (Thes., 15.1) dice que durante nueve años los atenienses deben enviar a Creta siete jóvenes y siete doncellas, es decir, que el tributo era anual. Ovidio dice que el ciclo es de nueve años (Met., 8, 171). Tanto el historiador griego como el poeta latino coinciden en que se trataba del tercer contingente enviado como tributo. Los jóvenes atenienses como tributo pagado a Minos, sería uno de los temas tratados por Safo (siglo VI a. C.), aunque no se ha conservado ningún fragmento (Bernabé, 1991: 14).

⁷ La muerte de Androgeo, hijo de Minos, en unos juegos atléticos atenienses. Es el oráculo de Delfos quien dictamina el castigo que debe pagar Atenas.

⁸ Teseo dio muerte al Minotauro a puñetazos, según la versión más extendida, no obstante Ovidio dice que lo mató con una clava (Epist. 4. 115-116 y 10. 77-78).

⁹ Ariadna habría entregado a Teseo un ovillo de hilo para que no se perdiera en los intrincados caminos del laberinto.

¹⁰ El enfrentamiento victorioso de Teseo con el Minotauro, forma parte de la historia heroica del joven ateniense Teseo y se le conoce como el "Ciclo Cretense".

¹¹ Πλοίταρχος. Historiador, biógrafo y ensayista griego. (siglo I d.C.).

.....

² Ἀστέρων. Asterio o Asterión es el nombre del Minotauro. Asterión, también es el nombre de un rey de Creta, anterior al Minotauro, que se casó con Europa y adoptó los hijos que ella había tenido de la unión divina con Zeus, entre ellos el rey Minos.

³ Reina de Creta, esposa del rey Minos, hija de Ἥλιος, Helios, el Sol.

⁴ Apolodoro nos ofrece una descripción sobre cómo estaba fabricada la ternera y cómo este artificio de Dédalo hace que lo falso parezca verdadero: "Dédalo construyó una vaca de madera sobre ruedas, la vació, le cosió alrededor la piel de una vaca desollada y, llevándola al prado donde el toro solía pacer, metió dentro a Pasífae; el toro llegó y copuló con ella como si se tratara realmente de una vaca." (Apollod., Bibliotheca., III, 10, 15)

⁵ El prefijo -Mino por el rey y el sufijo -Tauro por su fisonomía de toro.

⁶ Respecto al período de tiempo que transcurre entre cada uno de los tributos que envía Atenas al rey Minos hay varias teorías. Alberto Bernabé (1993: 5) y Pierre Grimal (1981: 361) concuerdan en que el período es de un año y Grimal anota que otros dicen que ese período es de tres años y otros de nueve. Para Robert Graves (2007: 50) y Ian Ghian et al. ii (2003: 330) este período es de cada nueve años.

geo. El historiador también relata que el general Tauro era un hombre poco afable y que trataba cruelmente a los llegados de Atenas, además, sería el primer vencedor de los juegos fúnebres desde su instauración (THES, 15, 1s).

Es así que, Teseo habría emprendido la expedición a Creta con el propósito de vengar el maltrato que ejercía el general a los jóvenes compatriotas. Minos, que sentía un malestar profundo por la actitud odiosa y arrogante de Tauro, sumado al acoso al que sometía constantemente a su esposa Pasífae y al cual ella no rehuía, habría prestado su ayuda a Teseo para llegar a Creta y enfrentarse a general Tauro. Una vez, el ateniense lo venció, Minos, en correspondencia por liberarlo de la carga del general, le dio la mano de Ariadna (THES, 19, 5-6).

No solo Plutarco dice que el Minotauro tenía un origen humano, pues otro historiador y geógrafo griego, Pausanias¹², plantea la posibilidad de que su naturaleza sea humana:

Enfrente de estas cosas que he dicho está la legendaria batalla de Teseo con el Minotauro, bien fuera un hombre o una bestia, según la leyenda que ha prevalecido. Efectivamente, monstruos mucho más asombrosos que éste también en nuestros días han dado a luz las mujeres (PAUS, I, 24, 1). Quizá, sea Hesíodo la fuente literaria más antigua que habla sobre el nacimiento y la naturaleza del Minotauro: Ella (Pasífae), preñada por Minos, le dio a luz un (violento hijo), maravilla al verlo, pues (su cuerpo) dejaba caer facciones iguales a (un hombre) hasta los pies mientras que por encima (le había nacido) una cabeza (de toro). (FR., 145, Papiro de Tebtunis, 690) Vista la historia mitológica y las fuentes clásicas que relatan la leyenda,

centraremos la mirada en Jorge Luis Borges y su cuento “La casa de Asterión” de 1949.

Jorge Luis Borges (1899 – 1986)

Es sin duda el escritor argentino más universal de todos los tiempos, no solo ha dejado su impronta en la literatura hispanoamericana sino también ha sido referente y canon para la literatura universal. Borges cultivó el ensayo filosófico y literario, la poesía y el cuento, en cada uno de ellos está presente su simbología, que ha despertado la admiración de críticos y literatos. Además, fue biógrafo, traductor, periodista, teórico y crítico literario, guionista, comentarista de cine, editor, profesor universitario y fundador de diversas revistas literarias que cambiaron el panorama de las letras. Ulteriores generaciones han vuelto la mirada sobre la escritura de Borges como fuente de inspiración.

El cuento, “La casa de Asterión”, que forma parte del *Libro de El Aleph*, está lleno de simbolismos y complicadas metáforas de significación abstracta, que requieren un esfuerzo del lector para su total entendimiento.

El Minotauro da vida al relato de Borges, pero no es el único personaje mitológico que se encuentra en su obra. Su afición por la mitología surgió a temprana edad; cuando contaba con solo siete años de edad escribió “*un libro o algo parecido*”, sobre mitología griega, donde hizo su primera descripción del laberinto de Creta. Años más tarde escribiría *El Aleph* (1949), *Manual de zoología fantástica* (1957), posteriormente ampliado en *El libro de los seres imaginarios* (1967). Su admiración por la mitología no solo se reduce a la griega, pues la germánica y la nórdica también están presentes en sus obras (García Gual, 1992: 324).

En *El libro de los seres imaginarios* escribió sobre las características, el linaje y la morada del Minotauro y nos dice que: “creemos en el mino-

.....
¹² Πανσανίας. Geógrafo e historiador griego. (siglo II d.C.).

tauro como símbolo, ya que no como realidad” (Borges, 1982: 27). Incluye las fuentes de donde ha tomado la información “Ovidio¹³, en un pentámetro que trata de ser ingenioso, habla del [hombre mitad toro y mitad hombre]; Dante, que conocía las palabras de los antiguos, pero no sus monedas y monumentos, imaginó al Minotauro con cabeza de hombre y cuerpo de toro (Infierno, XII, 1-30)” (Op. Cit.: 43). El Minotauro de “La casa de Asterión”, es un Minotauro diferente, dotado de pensamiento.

“La casa de Asterión”

En este corto cuento retoma el mito griego del Minotauro para reinterpretarlo, dotándolo de significaciones nuevas y personales; de esta manera, adquiere la historia mítica un nuevo valor simbólico para la posteridad. El cuento, escrito en primera persona, tiene como *yo protagonista* al personaje de Asterión, quien narra su historia desde una perspectiva íntima y subjetiva. Asterión es el mítico Minotauro, identidad que solo descubrimos al final del escrito “¿Lo crearás, Ariadna? —dijo Teseo—. El Minotauro apenas se defendió”¹⁴, y su morada, “la casa”, resulta ser el laberinto “Todas las partes de la casa están muchas veces, cualquier lugar es otro lugar.” (párrafo 4). Es la intención de Borges reflexionar sobre el personaje, su identidad y su morada.

Observamos que personaje y morada, Minotauro y laberinto, prisionero y prisión, tienen una gran carga simbólica. El Minotauro, es el ser que vive en soledad, cuya monstruosidad no es solo física sino espiritual, por eso se encuentra prisionero en el laberinto, pero este laberinto es

una prolongación de su propio ser, es su mundo interior, su propia cárcel, único lugar en donde encuentra algunas certezas sobre su razón de ser, motivo por el cual es “ridícula” la creencia de que él es un prisionero en su propia casa (párrafo 1).

Del Asterión como ser monstruoso, físicamente, sabemos que no es consciente de su aterradora fisonomía:

Por lo demás, algún atardecer he pisado la calle; si antes de la noche volví, lo hice por el temor que me infundieron las caras de la plebe, caras descoloridas y aplanadas, como la mano abierta. Ya se había puesto el sol, pero el desvalido llanto de un niño y las toscas plegarias de la grey dijeron que me habían reconocido. La gente oraba, huía, se prosternaba; unos se encaramaban al estilóbato del templo de las Hachas, otros juntaban piedras (párrafo 1).

Sobre su conciencia, sabemos que es un ser temeroso del mundo exterior, se siente indefenso, por eso busca la soledad, en donde no le faltan distracciones (párrafo 2), juega como un niño, cuyo juego preferido es el del otro Asterión¹⁵, a quien le enseña los recovecos de su morada. Esta primera imagen de Asterión es la que conmueve

.....

¹³ El subtexto al que alude Borges lo encontramos en: “*Quo postquam geminam tauri iuvenisque figuram / clausit...*” (Met., VIII, 169-170). Trad. Y una vez que encerró en ella la doble figura de toro y de mancebo.

¹⁴ Borges introduce unas líneas, en tercera persona para describir la presencia de Teseo, como si se tratara de un plano cinematográfico “*El Sol de la mañana reverberó en la espada de Bronce. Ya no quedaba ni un vestigio de sangre*”, a continuación abre paso a las palabras que Teseo dirige a Ariadna, arriba transcritas.

¹⁵ El otro es Asterión resulta ser el otro yo, como el alma que se refleja en el espejo con sus temores, deseos, miedos, etc. Muchos identifican a Asterión con la visión que tenía de sí Jorge Luis Borges, confesión poética de sus temores, de sus angustias, de su indefensión a causa de su ceguera, de su soledad: “*Sé que me acusan de soberbia, y tal vez de misantropía, y tal vez de locura. Tales acusaciones (que yo castigaré a su debido tiempo) son irrisorias. Es verdad que no salgo de mi casa*” (párrafo 1). Además, este personaje le permite expresar sus obsesiones: “*El hecho es que soy único. No me interesa lo que un hombre pueda transmitir a otros hombres; como el filósofo, pienso que nada es comunicable por el arte de la escritura. Las enojosas y triviales minucias no tienen cabida en mi espíritu, que está capacitado para lo grande; jamás he retenido la diferencia entre una letra y otra. Cierta impaciencia generosa no ha consentido que yo aprendiera a leer. A veces lo deploro porque las noches y los días son largos*” (párrafo 2). Borges se siente seguro en su universo, en su laberinto de símbolos y cultura.

al lector. Líneas más adelante, nos enseña su otra cara, la del que comete atrocidades, la del que se cobra vidas humanas:

Cada nueve años entran en la casa nueve hombres para que yo los libere de todo mal. Oigo sus pasos o su voz en el fondo de las galerías de piedra y corro alegremente a buscarlos. La ceremonia dura pocos minutos. Uno tras otro caen sin que yo me ensangrienten las manos. Donde cayeron, quedan, y los cadáveres ayudan a distinguir una galería de las otras (párrafo 5).

Aunque el personaje está dotado de razón, no es consciente de la naturaleza de sus actos, juega hasta el punto de sangrar (párrafo 3), acaba con las vidas de los jóvenes pensando que así los libera, pensamiento que representa su deseo más profundo, porque solo con la muerte tendrán fin sus sufrimientos (párrafo 5). Es un ser soberbio y no se puede confundir con el vulgo (párrafo 1), con la grey.

Se deduce que su morada es la mítica construcción de laberinto, llena de patios, aljibes, pesebres y galerías que forman encrucijadas, es el palacio de Cnosos en Creta. A lo largo del cuento da claves al lector para que lo reconozca como tal: “Mienten los que declaran que en Egipto hay una parecida”¹⁶ (párrafo 1); “Cada nueve años entran en la casa nueve hombres para que yo los libere de todo mal”¹⁷ (párrafo 5); “El templo de las Hachas”¹⁸ (párrafo 1 y 4); en el párrafo 4 encontramos que Asterión, además de haber visto

el templo, también ha visto el mar, y el palacio de Cnosos se encuentra a 5 Km de la costa norte de la isla.

No solo están presentes en la narración el Minotauro y el laberinto, Ariadna y Teseo, personajes del relato mitológico, pues también reconocemos a Pasífae con su genealogía divina. Borges crea una historia original e insólita, cuyo reconocimiento mitológico solo se descubre al final de la narración. No obstante, la lectura está llena de referentes míticos y literarios que no son visibles a simple vista, solo el lector competente puede dar cuenta de ellos, identificar las alusiones e interpretarlas, por lo que primero retomaremos el personaje de Teseo y luego dedicaremos unas pocas líneas a Pasífae.

Teseo, el héroe, es su redentor que viene a liberarlo, viene a acabar con su vida. El héroe por dos veces aparece en la narración. (1) Explícitamente, su nombre surge al final del relato. (2) Y de manera velada, en el párrafo 1, introduce una alusión “Alguno, creo, se ocultó bajo el mar”, se refiere al momento en que el joven Teseo se zambulló en el mar en busca de la sortija de Minos y fue recibido en el palacio de su padre, Poseidón.

A Pasífae se descubre en: “No en vano fue una reina mi madre” (párrafo 1), lo que le otorga un origen divino, y de eso es consciente Asterión cuando piensa que: “Quizá yo he creado las estrellas y el Sol y la enorme casa, pero ya no me acuerdo” (párrafo 4). No se acuerda porque no tiene consciencia cronológica. El primer Asterión es anterior al Minotauro, y fue rey de Creta (vid. nota 1).

Es más que evidente, la relevancia de la tradición clásica en este relato y Borges conoce a los autores clásicos que escribieron sobre el Minotauro, a Ovidio lo reconocemos tres veces: (1) Borges sigue a Ovidio, *Metamorphoses* VIII, en la idea de que la construcción laberíntica es una casa: “Minos decide alejar de su tálamo esta infamia y encerrarlo en una mansión múltiple, en una morada sin salida”. (Ov., *Met.*, 8,157-158). (2) (párrafo 5) Asterión narra que cada nueve años

• • • • •

¹⁶ “Los textos antiguos citan cinco grandes laberintos: el de Egipto, que Plinio sitúa en el lago Moeris; los dos cretenses, de Cnosos y Gortyna; el griego de la isla de Lemos; y el etrusco de Clusium.” (Cirlat, 1991: 265).

¹⁷ Alude al pasaje del Ciclo Cretense.

¹⁸ La antesala de la estancia real del palacio de Cnosos, se le conoce como la Sala de Dobles Hachas, por la gran cantidad de ellas que se hallaron en ese lugar.

sucede el ritual, referencia que encontramos en *Metamorphoses* VIII, no obstante, Ovidio no dice nada sobre el número de jóvenes: “Lo aniquiló el tercer contingente designado por la suerte tras el ciclo de nueve años” (Ov., *Met.*, 8,171). (3) La espada como elemento decisivo para matar al Minotauro lo encontramos en Ovidio en «Heroidas IV», también menciona que Teseo mató al Minotauro con una clava y nos dice que esta es de tres nudos: “A mí también hubieses debido matarme, malvado, con la clava que mataste a mi hermano. El Minotauro, es el hermano de Ariadna.” [...]” (Ov., *Epist.*, 4,115-116) y en «Heroidas X» “Los huesos de mi hermano, quebrantados por su clava de tres nudos, los esparció en tierra.” (Ov., *Epist.*, 10,77-78): Sobre el tema de si Teseo mató al Minotauro con una espada, solo Ovidio lo incluye.

La Divina Comedia de Dante Alighieri es otra de las fuentes literarias a la que recurre Borges para introducir intertextos. En el párrafo 6 Asterión se pregunta por el aspecto de su redentor “¿Será un toro o un hombre? ¿Será tal vez un toro con cara de hombre? ¿O será como yo?”, (Dante: «Infierno» XII, 1-30).

Borges, también, introduce una cita biográfica precisa, cita explícita, a manera de epígrafe, de Apolodoro: “Y la reina dio a luz a un hijo que se llamó Asterión (Apolodoro, Biblioteca, III, I)”, con ella busca justificar el título y, críticamente, revelar anticipadamente el carácter mitológico de la narración (Andrés Ferrer, 2001)¹⁹, remitiendo a la tradición clásica; Borges no cita el pasaje completo de Apolodoro para no develar, en el inicio, la identidad del personaje de su historia:

(Pasífae) dio a luz a Asterio, el llamado Minotauro, que tenía rostro de toro y lo demás de hombre; Minos, advertido por ciertos oráculos, lo encerró y mantuvo custodiado en el

laberinto. Éste, construido por Dédalo, era un recinto de complicados ambagajes que confundían la salida (APOLLOD., *BIBLIOTHECA.*, III, I, 3).

Solo nos queda decir, que, a partir de este cuento fantástico, el Minotauro adquirió una nueva concepción al dotarlo Borges de pensamiento, el Minotauro es más humano y menos monstruoso, y conocemos el nombre de este personaje mitológico biforme, Asterión. Por último, anotaremos, que hoy en día, gracias a Borges, al Palacio de Cnosos también se le conoce con el nombre de Palacio de las Dos Hachas.

Conclusiones

El estudio del mito, de sus factores históricos, religiosos, políticos y sociales, así como el estudio de Borges y, en especial su cuento fantástico; nos permite decir que el autor —al igual que las antiguas leyendas— emplea un lenguaje poético, figurado, metafórico y velado que hay que descifrar para develar las verdades que se ocultan. Es así que, el “lector” debe traducir ese lenguaje cifrado, críptico, e interpretar la “verdad” que subyace, para poder comprender en su totalidad lo que el autor ha querido transmitir.

Borges recurrió a una antigua historia, dotándola de un nuevo sentido, y es así como el antiguo mito vuelve a surgir, extendiendo su existencia y dando como resultado una nueva lectura y una reinterpretación en un nuevo contexto social e histórico-temporal.

El Minotauro, desde la antigüedad, representa la dualidad como símbolo de caracteres opuestos y/o complementarios, pero, a partir de “La Casa de Asterión”, este ser adquirió humanidad, el literato argentino lo dotó de racionalidad, se encarnó en el Minotauro como personaje de ficción que le permite expresar su yo poético.

.....
¹⁹ Recuperado de <http://www.ucm.es/info/especulo/numero19/asterion.html>

Referencias bibliográficas

- Andrés Ferrer, P. (2001). J. L. Borges: La casa de Asterión, recreación intelectual de un mito en *Espéculo*. *Revista de Estudios Literarios*, 19.
- Apolodoro. (1985). *Biblioteca* (traducción y notas de Margarita Rodríguez de Sepúlveda). Madrid: Gredos.
- Bernabé, A., et al. (1991). *Teseo y la copa de Aisón*. Madrid: Clásicas.
- Boekhoff, H., & Winzer, F. (1968). *Historia de la cultura occidental*. Barcelona: Labor. (1966). *Weltgeschichte der abendländischen kultur*.
- Bonnefoy, Y. (2001). *Diccionario de las mitologías: Grecia*. Barcelona: Referencias/Destino.
- Borges, J. L. (1971). *El aleph*. Barcelona : Alianza Editorial.
- Borges, J. L. (1982). *El libro de los seres imaginarios*. Barcelona: Bruguera. (2ª ed.)
- Borges, J. L. (1997). «El Golem». *Obras completas*. Barcelona: Emecé, t.2
- Calame, C. (1990). *Thésée et l'imaginaire athénien: légende et culte en Grèce antique*. Lausanne: Editions Payot Lausanne.
- Catulo (1997). *Poesías: «Carmina LXIV»*. (texto revisado y traducido por Miguel Dolç. (Edición bilingüe). Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Cirlot, J. E. (1991). *Diccionario de símbolos*. Barcelona: Labor.
- Dante (1988). *Divina comedia* (traducción de Luis Martínez de Merlo). Madrid: Cátedra. Recuperado de: <http://www.ciudadseva.com/textos/poesia/dante/da.htm>
- García Gual, C. (1992). Borges y los clásicos de Grecia y Roma. *Separata de Cuadernos Hispanoamericanos*, nº. 505-507.
- García Gual, C. (2006). *Introducción a la mitología griega*. Madrid: Alianza Editorial.
- Giner, S., Lamo de Spinoza, E., & Torres, C. (2002). *Diccionario de sociología*. Madrid: Alianza Editorial.
- Graves, R. (2007). *Los mitos griegos I*. Madrid: Alianza Editorial.
- Grimal, P. (1981). *Diccionario de mitología griega y romana*. Barcelona: Paidós.
- Ghian, I., Barbillón, C., & Lissarrage, F. (2003). *Héroes y dioses de la antigüedad*. Madrid: Alianza Editorial.
- Hesíodo. (1978). *Obras y fragmentos: teogonía, escudo, fragmentos*. (traducción de Aurelio Pérez Jiménez y Alfonso Martínez Díez). Madrid: Gredos.
- Ovidio. (1986). *Heroidas: «Heroidas IV: Fedra a Hipólito», «Heroidas V: Enone a Paris», «Heroidas X: Ariadna a Teseo»* (texto revisado y traducido por Francisca Moya del Baño). (Edición bilingüe). Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Ovidio. (1991). *Amores*. (texto Latino de Antonio Ramírez de Verger, traducción de Francisco Socas). (Edición bilingüe). Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Ovidio. (1994). *Metamorfosis*. (texto revisado y traducido por Antonio Ruiz de Elvira). (Edición bilingüe). Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Pausanias. (2002). *Descripción de Grecia: Ática y Mégaride*. (introducción, traducción y notas de María Cruz Herrero Ingelmo). Madrid: Gredos.
- Pérez Jiménez, A. (1985). *Plutarco, Vidas paralelas: Teseo – Rómulo* (traducción y notas de Aurelio Pérez Jiménez). Madrid: Gredos.
- Pérez Jiménez, A. (2007). El héroe del Minotauro: Teseo. *Historia: National Geographic*. 39. RBA. Barcelona: National Geographic.
- Plutarco. (1985). *Vidas paralelas: Teseo – Rómulo* (traducción de Aurelio Pérez Jiménez). Madrid: Gredos.
- Souli, S. (1995). *Mitología griega: cosmogonía, los dioses, los héroes, la Guerra de Troya y la Odisea*. Atenas: M. Toubis.

Efecto del tipo de jarabe y la concentracion en la osmodeshidratacion de mora (*Rubus glaucus benth*)

Recibido: 5 de febrero de 2014

Aceptado: 14 de octubre de 2014

Resumen

Las elevadas pérdidas en poscosecha de la mora se pueden reducir a través de la aplicación de técnicas de conservación que disminuyan el contenido de agua del producto. En el presente trabajo se utilizó la técnica de osmodeshidratación para disminuir el contenido de humedad de frutos de mora (*Rubus glaucus benth*). Se utilizaron dos tipos de jarabe (Sacarosa y miel de abejas) en tres concentraciones (60, 65 y 70 °Brix) para un total de 6 tratamientos. Se determinó la ganancia de sólidos solubles, el porcentaje de pérdida de peso y humedad durante el proceso de osmodeshidratación por un tiempo de 12 horas. Las mediciones fueron realizadas en intervalos de 2 horas. Para cada uno de los parámetros estudiados se realizaron las ecuaciones de regresión obteniéndose un coeficiente de determinación mayor al 90%. Los resultados arrojados de las variables físicas y el análisis sensorial después del proceso, permitieron seleccionar el mejor tratamiento, que resultó ser la inmersión en jarabe de miel de abejas a 65 °Brix.

Palabras clave: frutos, conservación, pérdida de peso, humedad, regresiones.

Effect of type of syrup and concentration on blackberry osmotic dehydration (*Rubus glaucus benth*)

Abstract

The high post-harvest losses in Blackberry fruits can be diminished through the application of conservation techniques that reduce the water content of the product. In the present research the osmotic dehydration technique was used to reduce the moisture content of blackberry fruits (*Rubus glaucus benth*). Two types of syrup (sucrose and honey bees) were used at three concentrations (60, 65 and 70 °Brix) for a total of 6 treatments. Gain soluble solids was determined, percent weight Loss and humidity during osmotic

.....
¹ Ingeniera de Alimentos, Grupo Conservación de Frutas y Hortalizas, Fundación Universitaria Agraria de Colombia - UNIAGRARIA. Email: guzman.marcela@uniagraria.edu.co

² Ingeniera de Alimentos, Fundación Universitaria Agraria de Colombia - UNIAGRARIA. Email: zambrano.ludy@uniagraria.edu.co

³ Ingeniero Agrícola, PhD en Ciencias Agropecuarias, Grupo Conservación de Frutas y Hortalizas, Fundación Universitaria Agraria de Colombia - UNIAGRARIA. Email: galvis.jesus@uniagraria.edu.co

dehydration for a time of 12 hours. The measurements were performed at intervals of 2 hours. For each of the parameters studied regression equations give with and the coefficient of determination top of 90 % were obtained. The results of the physical variables and sensory analysis after the process allowed to select the best treatment, which was the immersion of honey syrup 65 °Brix.

Keys Word: Fruits, Conservation, weight loss, Moisture, Regressions.

Introducción

El área del cultivo de la mora en Colombia ha aumentado en los últimos años, destacándose el departamento de Cundinamarca como el de mayor producción y su tendencia es a aumentar (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – CORPOICA, 2010). Sin embargo, este incremento no se ve reflejado de manera contundente en la disponibilidad del producto; ello se debe a su alto grado de perecibilidad, causado por su elevado contenido de agua.

Estas pérdidas pueden disminuirse con la aplicación de técnicas de conservación que reduzcan el contenido de humedad del producto, como es la deshidratación, lo que hace al fruto más resistente a la proliferación de microorganismos, que son los causantes del deterioro de la fruta, permitiendo que los frutos deshidratados puedan ser consumidos en cualquier época del año, dada su facilidad de almacenamiento, transporte y conservación a temperatura ambiente (Parzanese, 2011).

El fruto de la mora es una baya globosa, de color rojo oscuro cuando está madura, de 5 – 7 mm de diámetro. Su peso es en promedio de 20 g, posee numerosas semillas diminutas (alrededor de 65). El sabor es altamente ácido, el contenido de humedad está alrededor del 88 %, lo cual lo hace altamente perecedero. Contiene niveles aceptables de minerales y vitaminas (Giraldo et al., 2004).

Una técnica para disminuir el contenido de humedad de los frutos es la deshidratación por aire caliente. A través de este método el producto alcanza humedades entre el 10 y el 25 %; sin embargo, durante el proceso se pueden presentar

cambios en el sabor, el color y la textura. Además, los costos energéticos son elevados (Lemus et al., 2010).

La osmodeshidratación consiste en la remoción de una parte del agua contenida en los alimentos sólidos mediante su inmersión en soluciones concentradas de sólidos solubles, que poseen mayor presión osmótica y menor actividad de agua que el producto a deshidratar (Barbosa et al., 2000; Vega et al., 2007).

La deshidratación osmótica reduce la actividad de agua del producto (a_w), mediante esta técnica el producto puede alcanzar contenidos de humedad de alrededor del 50 %, aumentando la estabilidad del producto. Durante el proceso se presenta transferencia de masa en dos sentidos: flujo de agua desde el interior de la fruta hacia la solución y flujo de solutos desde la solución hacia el interior de la fruta (Lima et al., 2004).

Diferentes soluciones osmóticas se han utilizado para realizar el proceso. Los agentes osmóticos más frecuentemente utilizados son sacarosa para frutas y cloruro de sodio para hortalizas, pescados y carnes. La miel de abejas ha sido utilizada en la osmodeshidratación de papaya Hawaiana obteniéndose resultados superiores respecto a la pérdida de agua del producto comparada con las soluciones de sacarosa y miel de caña (Ríos et al., 2005; Delmoro et al., 2010).

Algunos investigadores afirman que las variables que influyen en la transferencia de materia durante el proceso de osmodeshidratación dependen de factores intrínsecos como el tamaño, la forma, la densidad, la porosidad y la presencia de piel, como también de factores extrínsecos:

agente osmodeshidratante, grado de concentración, temperatura, presión de trabajo, relación producto- solución, tiempo y tipo de agitación (Gaspareto et al., 2004; Giraldo et al., 2003).

El objetivo de esta investigación es estudiar y evaluar la influencia de dos tipos de jarabe (sacarosa y miel de abeja) en tres concentraciones (60, 65 y 70 °Brix) sobre la ganancia de sólidos y las pérdidas de peso y humedad del fruto de la mora, como también las características sensoriales del producto final.

Materiales y métodos

Los materiales

La fruta es adquirida en un huerto tecnificado ubicado en el municipio de Silvania (departamento de Cundinamarca). El grado de madurez de las moras es totalmente maduras (color rojo oscuro), libre de defectos físicos, biológicos, mecánicos y fisiológicos, las cuales se transportan a la Planta de Alimentos de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia – UNIAGRARIA.

Los métodos

Las moras son cortadas en mitades en el sentido longitudinal y posteriormente sumergidas en dos tipos de jarabe: sacarosa y miel de abejas, cada uno en tres concentraciones: 60, 65 y 70 °Brix.

Diseño experimental

El diseño experimental aplicado es completamente al azar con estructura de diseño factorial 2 X 3 (2 tipos de jarabe, 3 concentraciones). En total se aplicaron 6 tratamientos. La Tabla 1 presenta los tratamientos aplicados. Se realizó el análisis de varianza para establecer si hubo diferencias altamente significativas entre tratamientos y la prueba de comparación de promedios de Tuckey fue usada con el fin de observar

diferencias estadísticamente significativas entre los promedios comparados. Finalmente, se hizo análisis de regresión simple, cuadrática y cúbica por tratamiento evaluado a través del tiempo con el fin de determinar la tendencia de las variables estudiadas en el tiempo de osmodeshidratación (Steel & Torrie, 1992).

Tabla 1: Tratamientos aplicados en la osmodeshidratación de mora

Tratamiento	Concentración del agente osmótico
1	Sacarosa 60 °Brix
2	Sacarosa 65 °Brix
3	Sacarosa 70 °Brix
4	Miel de abejas 60 °Brix
5	Miel de abejas 65 °Brix
6	Miel de abejas 70 °Brix

En el análisis de los resultados se empleó el programa de análisis estadístico SAS (2002).

Antes de ser sumergidos en la solución correspondiente, los frutos fueron pesados, colocados en bolsas de polietileno calibre 4, por separado, y recibieron el jarabe de miel de abejas y sacarosa en las concentraciones correspondientes. La temperatura de los jarabes fue de 20 °C. La proporción fruto/jarabe fue 1:3. El tamaño de la muestra fue de 50 gramos y se realizaron tres repeticiones.

Determinaciones analíticas

La pérdida de humedad, la ganancia de sólidos y la pérdida de peso se determinaron durante un periodo de doce horas. Cada dos horas se obtuvieron muestras de los seis tratamientos.

En el intervalo de tiempo cumplido, las moras fueron extraídas del jarabe, se escurrieron, se enjuagaron, se secaron y se les tomó el peso, °Brix y muestra para determinar el porcentaje de

humedad. Los resultados finales se obtuvieron del promedio de las tres muestras.

Con los datos obtenidos se calcularon los porcentajes de pérdida de peso (%) PP y pérdida de humedad (%) PH, utilizando las siguientes ecuaciones (Vieira, 2005):

Ecuación 1:

$$(\%) \text{ PP} = 100 * \left(1 - \frac{P_f}{P_i} \right)$$

Ecuación 2:

$$(\%) \text{ PH} = 100 * \left(1 - \frac{H_f}{H_i} \right)$$

Donde:

P_f = Peso final (g)

P_i = Peso inicial (g)

H_f = Humedad final (%)

H_i = Humedad inicial (%)

Análisis sensorial de los frutos osmodeshidratados

El mejor tratamiento de osmodeshidratación se seleccionó teniendo en cuenta los resultados de las mediciones de sólidos solubles, pérdida de peso y pérdida de humedad y del análisis sensorial de los productos finales. Respecto al análisis sensorial, se estableció cuál fue el tratamiento de mayor agrado para el consumidor; para ello, se realizó una prueba de preferencia por el método de ordenamiento (Andaluza, 1994). A cada panelista se le presentaron 6 muestras codificadas, las cuales debería ordenar de acuerdo con su nivel de agrado; de mayor a menor grado (siendo 6 el de mayor agrado y 1 el de menor agrado), según la preferencia respecto a las características de sabor. Fueron empleados un total de 41 panelistas entre los 18 y 50 años. Los totales de la prueba de ordenamiento de los 6 tratamientos se analizaron por el método de rangos totales, con un nivel de significancia del 95 %.

Resultados y discusión

Cambios en sólidos solubles

La Figura 1 muestra el comportamiento de los sólidos solubles (°Brix), de los trozos en los dos jarabes en las concentraciones establecidas.

El resultado observado en todos los tratamientos es que los trozos aumentaron su contenido de sólidos solubles. La mayor ganancia se presentó durante las primeras 4 horas. Los frutos sumergidos en los jarabes de mayor concentración, tanto en Jarabe de Sacarosa como en miel de abejas, fueron los que mayores valores de sólidos solubles presentaron durante los tratamientos. Este comportamiento era el esperado debido a que, a mayor concentración del jarabe, se favorece la transferencia de masa. La mayor ganancia de sólidos la alcanzaron los trozos de mora tratados con miel de abejas con concentración de 70 °Brix. Este comportamiento concuerda con los resultados obtenidos por Zapata et al. (1999), quienes encontraron en los casos de mango, mora y papaya que, a mayor concentración del jarabe de miel de caña de azúcar, mayor fue la ganancia de sólidos en los trozos.

Se diseñaron modelos matemáticos para determinar el comportamiento de la fruta respecto al porcentaje de ganancia de sólidos con el tiempo, de acuerdo a la figura 1, obteniéndose un comportamiento de regresión polinómica de grado dos. La tabla 2 muestra las ecuaciones y el coeficiente de determinación sobre la ganancia de sólidos de cada tratamiento.

En todos los modelos obtenidos el coeficiente de determinación fue superior al 90 %, que indican un buen ajuste; los modelos que mejor se ajustaron fueron los correspondientes a los tratamientos 1 y 5, con un R^2 de 0,9754 en ambos tratamientos. De acuerdo con lo anterior, se concluye que los modelos obtenidos permiten predecir la ganancia de sólidos en cualquier tiempo dentro del intervalo estudiado. En relación con

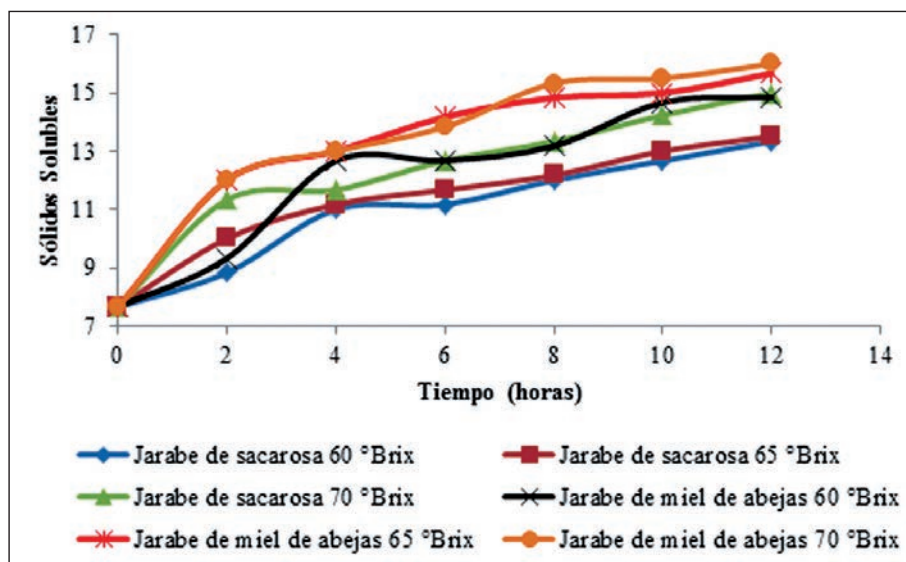


Figura 1. Sólidos solubles en la fruta durante la osmodeshidratación.

las concentraciones de los jarabes de sacarosa, el modelo predice que al aumentar la concentración del jarabe, aumenta la ganancia de sólidos durante un mismo tiempo, dentro del proceso. Por el contrario, en el jarabe de miel de abejas no se observó una tendencia definida al aumentar la concentración, lo cual puede ser ocasionado por el mayor peso molecular de la sacarosa, respecto al peso molecular de la miel de abejas, donde el azúcar predominante es la fructosa.

Porcentaje de pérdida de peso

Los porcentajes de pérdida de peso se calcularon con la ecuación 1. En la figura 2 se presenta el comportamiento con respecto a esta variable durante un tiempo de 12 horas con intervalos de 2 horas para los seis tratamientos.

En los dos jarabes (sacarosa y miel de abejas), se observó que a medida que aumenta la concentración hay mayor pérdida de peso en

Tabla 2: Modelos de regresión de ganancia de sólidos solubles de trozos de mora.

Tratamiento Ecuación (y = GSS) (x = Tiempo en horas)	Ganancia de sólidos solubles	
	R ²	
1 Sacarosa a 60 °Brix	y = -0,3465x ² + 10,183x	0,9754
2 Sacarosa a 65 °Brix	y = -0,521x ² + 12,329x	0,9624
3 Sacarosa a 70 °Brix	y = -0,6662x ² + 15,544x	0,9174
4 Miel a 60 °Brix	y = -0,6249x ² + 15,18x	0,9513
5 Miel a 65 °Brix	y = -0,3465x ² + 10,183x	0,9754
6 Miel a 70 °Brix	y = -1,0334x ² + 21,054x	0,9437

los frutos; Lemus et al. (2009) encontraron un comportamiento similar en la manzana, tratada con jarabe de sacarosa.

El ANAVA mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos; sin embargo, la prueba de comparación de Tuckey no mostró diferencias significativas entre los frutos tratados con jarabe de sacarosa a 65 y 70 °Brix, ni entre las frutas tratadas con jarabe de miel de abejas de 65 y 70 °Brix.

El porcentaje de pérdida de peso en las frutas colocadas en jarabe de sacarosa a 65 y 70 °Brix, presentaron una diferencia porcentual del 0,31 % a favor del jarabe de 70 °Brix. Esto indica que desde el punto de vista de pérdida de peso no se justifica la utilización del jarabe de 70 °Brix. Comparando las pérdidas de peso entre las frutas tratadas con jarabe de 60 y 65 °Brix se encontró una diferencia del 3,81 % a favor del jarabe de 65 °Brix, y la prueba de comparación de Tuckey mostró diferencias significativas entre estos dos tratamientos.

En los tratamientos con miel de abeja el comportamiento fue similar para los frutos tratados con jarabes de 65 y 70 °Brix, presentando igual porcentaje de pérdida de peso (26,37%) al final del periodo de osmodeshidratación, lo que indica

que no se justifica el empleo del jarabe de 70 °Brix con relación a la variable de pérdida de peso. Se encontró que la diferencia en la pérdida de peso de la fruta entre los jarabes de 60 y 65 °Brix fue de 0,81 % a favor del jarabe de 65 °Brix, la cual no es significativa. Estos resultados indican que, considerando el porcentaje de pérdida de peso, las concentraciones de 65 y 70 °Brix no representan grandes diferencias respecto a la de 60 °Brix.

La razón por la que en los dos jarabes las concentraciones de 70 °Brix permitieron la mayor pérdida de peso de la fruta, se debe a que al mantener una alta diferencia de concentraciones a lado y lado de la membrana, se incrementa más la presión osmótica, favoreciendo un rápido flujo de agua en busca del equilibrio. De estos dos tratamientos el que presentó la mayor pérdida de peso fue la fruta sumergida en jarabe de sacarosa a 70 °Brix (27,78 %).

En el intervalo de tiempo 0 a 2 horas, las moras de los seis tratamientos presentaron la mayor pérdida de peso durante todo el tiempo de inmersión.

Los modelos matemáticos que permiten determinar el comportamiento de la fruta respecto al porcentaje de pérdida de peso con el tiempo, se presentan en la tabla 3. De acuerdo con la figura

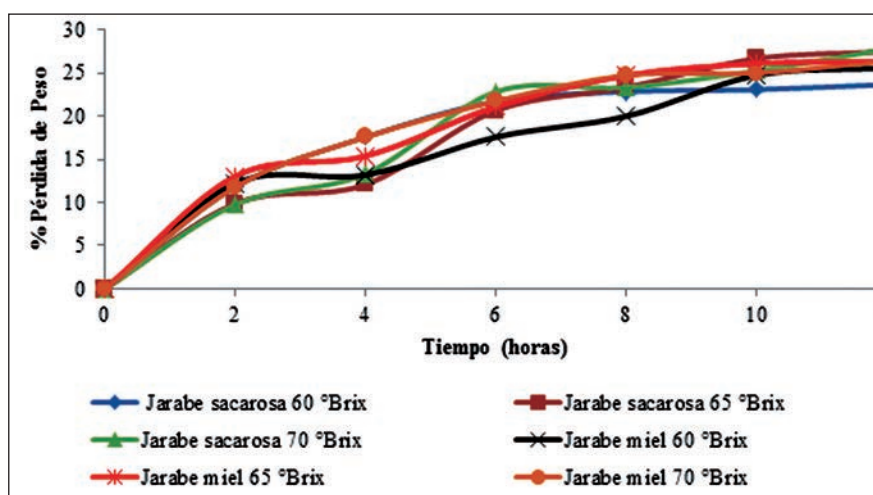


Figura 2. Porcentaje de pérdida de peso en la fruta durante la osmodeshidratación.

2, se obtuvo un comportamiento de regresión polinómica de grado dos para cada uno de los tratamientos, indicando que a medida que aumenta la concentración del jarabe, la pérdida de peso del producto es mayor para el mismo tiempo; esta tendencia se cumple para los dos tipos de jarabe en las tres concentraciones.

En todos los modelos obtenidos, el coeficiente de determinación fue superior al 90 %, lo que indica un buen ajuste; los modelos que mejor se ajustaron fueron los correspondientes a los tratamientos 2 y 6, con un R^2 de 0,9826 en ambos casos. De acuerdo con lo anterior, se concluye que los modelos obtenidos permiten predecir el porcentaje de pérdida de peso para cualquier tiempo, dentro del intervalo estudiado. Los modelos predicen que las pérdidas de peso son mayores en las primeras dos horas de inmersión de los frutos y a medida que va aumentando el tiempo x , la velocidad de pérdida de peso va disminuyendo. Giraldo et al. (2004), en relación con las moras encontraron un similar comportamiento empleando jarabe de sacarosa, jarabe de sacarosa invertido y jarabe de miel de caña.

Cambios en porcentaje de humedad

Los porcentajes de pérdida de humedad se calcularon con la ecuación 2, a través de los datos

promedios obtenidos. La figura 3 presenta los porcentajes de pérdida de humedad de la mora de Castilla durante el tiempo de inmersión (12 horas) a intervalos de dos horas, en los dos jarabes en sus diferentes concentraciones.

El jarabe que presentó mayor capacidad de reducción de humedad fue el jarabe de miel a 65 °Brix, por el contrario, se observa que el jarabe de miel de abejas a 60 °Brix presentó una menor capacidad. La prueba de comparación de Tuckey no mostró diferencias significativas entre los jarabes de sacarosa y miel de abejas a 70 °Brix.

Ríos et al. (2005), en el estudio sobre la deshidratación osmótica de frutos de papaya hawaiana (*Carica papaya* L.) en cuatro agentes edulcorantes, encontraron que, entre menor sea la concentración del jarabe, menor es su capacidad osmodeshidratante, estos mismos autores afirman que el jarabe de sacarosa posee menor capacidad osmodeshidratante que el jarabe de miel de abeja debido a que la sacarosa permite la formación de una capa subsuperficial de azúcar que interfiere con los gradientes de concentración a través de la interfase agente edulcorante-fruto actuando como una barrera física contra la remoción de agua del fruto, la cual aumenta su poder de barrera con el tiempo, como consecuencia del aumento del espesor de la capa de sacarosa alrededor de los trozos.

Tabla 3: Modelos de regresión para el porcentaje de pérdida de peso de la mora.

Tratamiento Ecuación ($y = \%PW$) ($x = \text{Tiempo en horas}$)	% de pérdida de peso	
	R^2	
1 Sacarosa a 60 °Brix	$y = -0,2933x^2 + 5,3747x$	0,9749
2 Sacarosa a 65 °Brix	$y = -0,1623x^2 + 4,2519x$	0,9826
3 Sacarosa a 70 °Brix	$y = -0,1944x^2 + 4,5833x$	0,9778
4 Miel a 60 °Brix	$y = -0,1654x^2 + 4,0664x$	0,9397
5 Miel a 65 °Brix	$y = -0,2461x^2 + 5,104x$	0,9693
6 Miel a 70 °Brix	$y = -0,2682x^2 + 5,3156x$	0,9826

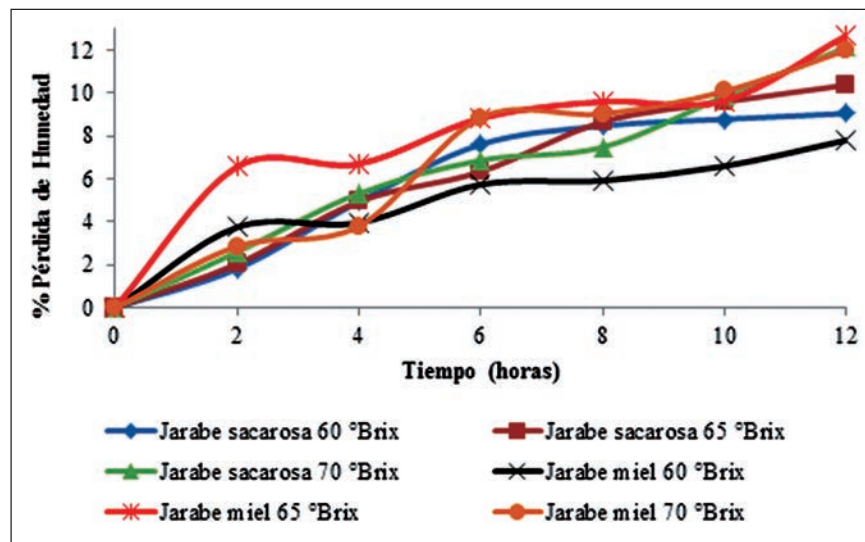


Figura 3. Porcentaje de pérdida de humedad en la fruta durante la osmodeshidratación.

En todos los tratamientos las mayores pérdidas de humedad de los frutos se presentaron durante las dos primeras horas, siguiendo un comportamiento similar a la de ganancia de sólidos y pérdida de peso, de acuerdo con los resultados obtenidos en papaya hawaiana, reportados por Ríos et al. (2005) y Giraldo et al. (2004).

Los modelos matemáticos del comportamiento del porcentaje de pérdida de humedad en función del tiempo se muestran en la tabla 4, según se observa en la figura 3, se obtuvo un comportamiento de regresión polinómica de grado dos en cada uno de los tratamientos.

En los modelos obtenidos el coeficiente de determinación fue superior al 90 %, a excepción del modelo correspondiente al jarabe de miel de abejas a 65 °Brix; el modelo que mejor se ajustó fue el correspondiente al tratamiento con sacarosa a 65 °Brix con un R^2 de 0,9938. De acuerdo con lo anterior, se concluye que los modelos obtenidos permiten predecir el porcentaje de pérdida de humedad para cualquier tiempo, dentro del intervalo estudiado.

Los frutos en todos los tratamientos presentaron correlación directa entre el porcentaje de

pérdida de peso y el porcentaje de pérdida de humedad y correlación inversa entre estas dos variables y la ganancia de sólidos (°Brix).

Análisis sensorial

En la tabla 5 se presentan los resultados de la evaluación sensorial aplicada a la mora osmodeshidratada en agentes osmóticos de sacarosa y miel de abejas a través del método de rangos totales.

A continuación se presentan los valores límites de variación de significancia a un nivel del 95% ($p < .05$), para los valores de "Ranking total obtenidos".

$$N1 = 117$$

$$N3 = 126$$

$$N2 = 170$$

$$N4 = 161$$

Los valores de los rangos indican que para que se presenten diferencias significativas, el ordenamiento total de cada tratamiento debe ser menor que el valor N_1 , en este caso 117, o mayor que el valor N_2 (170). Como se observa en

Tabla 4: Modelos de regresión para el porcentaje de pérdida de humedad de la mora.

Tratamiento Ecuación (y= %PW) (x= Tiempo en horas)		% de pérdida de humedad	
		R ²	
1	Sacarosa a 60 °Brix	$y = -0,066x^2 + 1,5547x$	0,9793
2	Sacarosa a 65 °Brix	$y = -0,0384x^2 + 1,3371x$	0,9938
3	Sacarosa a 70 °Brix	$y = -0,0216x^2 + 1,2295x$	0,9812
4	Miel a 60 °Brix	$y = -0,0536x^2 + 1,2467x$	0,9187
5	Miel a 65 °Brix	$y = -0,0897x^2 + 2,0174x$	0,86
6	Miel a 70 °Brix	$y = -0,0385x^2 + 1,4467x$	0,9605

los resultados de la tabla 5, los frutos de los seis tratamientos están dentro del intervalo N1-N2, por lo tanto no hay diferencia significativa entre ellos respecto al gusto de los jueces.

El límite inferior y superior (N3 y N4) respectivamente de significancia en la intensidad de la propiedad, indica que cualquier total que sea inferior a N3 es significativamente menos intenso en cuanto a la propiedad considerada, que los tratamientos cuyos totales sean mayores a N4. Por tanto, el límite inferior del intervalo N3-N4 es 126, es decir, que los frutos provenientes de jarabe de miel en concentración de 60 °Brix (125), fueron significativamente menos agradables para los jueces. El límite superior del intervalo N3-N4 es 161, por lo tanto, las moras osmodeshidratadas en agente osmótico miel de abejas a 65 °Brix (161) fueron significativamente más agradables para los jueces.

Conclusiones

La mora de Castilla osmodeshidratada en los jarabes de miel de abejas presentó la mayor ganancia de sólidos solubles y la menor pérdida de peso comparada con los frutos sumergidos en los jarabes de sacarosa.

Considerando que la fruta que se osmodeshidrató en el jarabe de miel de abejas a 65 °Brix fue la de mayor aceptación respecto a sus características sensoriales y que su comportamiento con relación al porcentaje de pérdida de peso y porcentaje de pérdida de humedad fue el más alto, se seleccionó este tratamiento como el mejor.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Fundación Universitaria Agraria de Colombia – UNIAGRARIA

Tabla 5. Resultados del análisis sensorial de la mora osmodeshidratada.

Jueces	Tratamientos					
	Jarabe Sacarosa			Jarabe Miel		
	60°Brix	65°Brix	70°Brix	60°Brix	65°Brix	70°Brix
Totales	135	145	148	125	161	147

su apoyo en el desarrollo de esta investigación, la cual forma parte del proyecto “Obtención de harinas de frutas para la industria”.

Referencias bibliográficas

- Andaluza, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Zaragoza: Acribia.
- Barbosa, G., & Vega, H. (2000). Deshidratación osmótica. *Deshidratación de Alimentos*. (2° ed.). Zaragoza: Acribia, 235-256.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). (2010). *Materiales promisorios para el desarrollo del cultivo de la mora*. Recuperado de: http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Noticias/vernoticia.asp?id_noticia=995
- Delmoro, J., Muñoz, D., Nadal, V., Clementz, A., & Pranzetti, V. (2010). El color en los alimentos: determinación del color en mieles. *Revista Invenio*, 13(25), 145-152.
- Gaspareto, O., & Oliveira, E. (2004). Influencia del tratamiento osmótico en el secado de la banana “Nanica” (*Musa cavendishii*, L) en secado de lecho fijo. *Revista Infomacao Tecnológica*, 15(16), 9-15.
- Giraldo, D., Arango, L., & Márquez, C. (2004). Osmodeshidratación de Mora de Castilla (*Rubus glaucus Benth*) en tres agentes edulcorantes. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín, Universidad Nacional de Colombia*, 57(1).
- Giraldo, G., Talens, P., Fito, P., & Chiralt, A. (2003). Influence of sucrose solution concentration on Kinetics and yield during osmotic dehydration of mango. *Journal of Food Engineering*, 58(1), 33-43.
- Lemus, O., Suárez, F., & Galvis, J. (2010). Efecto del uso de alginato y cloruro de calcio (CaCl_2) en la cinética de deshidratación osmótica de la manzana (*Malus doméstica Borkh*) variedad Anna. *Revista Epsilon*, 1(15), 141-147.
- Lima, A. S. (2004). Estudo das vareaveis de processo sobre a cinética de desidratacao osmótica de melao. *Revista Ciencia e Tecnologia Alimentaria*, 24(2), 282-286.
- Parzanese, M. (2005). *Deshidratación osmótica de alimentos*. Recuperado el 20 de febrero de 2013 de: <http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/tecnologia/ficha06-osmótica.pdf>
- Ríos, M., Márquez, C., & Ciro, H. (2005). Deshidratación osmótica del fruto de papaya (*Carica papaya L*) variedad Hawaiana en cuatro agentes edulcorantes. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, Universidad Nacional de Colombia*, 58, 2989-3002.
- SAS (2002). *SAS/STAT. User's Guide Statistical Analysis System*. Cary, NC: SAS Institute.
- Steel, R. & Torrie, J. (1992). *Bioestadística: principios y procedimientos*. Bogotá: Mc Graw Hill.
- Vega, A., Palacios, M., Boglio, F., Jeréz, C., & Lemus, R. (2007). Desidratacao osmótica de mamao chileno (*Vasconcellea oubencens*) e influencia da temperatura e concentracao da solucao sobre a cinética de transferencia de materia. *Revista Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, 27(3), 1-21.
- Zapata, J., & Castro, G. (1999). Deshidratación osmótica de frutas y vegetales. *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía Medellín, Universidad Nacional de Colombia*, 52(1), 451-466.

Las tecnologías inteligentes y el aprendizaje

Recibido: 5 de febrero de 2014

Aceptado: 7 de noviembre de 2014

Resumen

El ser humano se ha determinado como el más desarrollado de las especies vivas y el único que puede pensar racionalmente, planear y diseñar estrategias para crear e innovar; además, posee el cerebro, que es el sistema más funcional y organizado en lo que se “conoce” alrededor de la Teoría de los Sistemas, y tiende a ser altamente “complejo”, razón que ha limitado su entendimiento y comprensión. Desde 1940, aparecen la Informática, las tecnologías, tanto blandas como duras, y se aplican en diversas actividades relacionadas con el comportamiento del ser humano; es así que la inteligencia artificial, los algoritmos genéticos, la lógica Fuzzy, el neuromarketing y otras áreas del conocimiento, realizan esfuerzos grandes y constantes para estudiar la estructura y el comportamiento del cerebro humano. Dentro de las muchas actividades que realiza el cerebro está la de almacenar información a largo y corto plazo, para luego recuperarla se requiere de las Ciencias Cognitivas. Esta nueva línea de investigación quiere indagar sobre cuáles son las metodologías y las didácticas a nivel activo que se pueden comprometer para el diseño y desarrollo de un ambiente de aprendizaje como apoyo al aprendizaje de los Fundamentos de Contabilidad para estudiantes de Administración; pero, haciendo una apuesta de encontrar otra dinámica, se propone incursionar en el Neuromarketing, nueva área del conocimiento que realiza investigaciones con resultados importantes respecto a la motivación, fijación y recordación de las marcas y/o productos para su posterior consumo; retomando esos logros alcanzados por el Neuromarketing, se propone incluir algunos de ellos para influir en el aprendizaje del estudiante, como un nuevo elemento a tener en cuenta en el diseño y construcción del ambiente de aprendizaje.

Palabras clave: aprendizaje, cognición, metacognición, inteligencia, inteligencia artificial, conocimiento, ambiente de aprendizaje, objetos virtuales de aprendizaje, neuromarketing, constructivismo, ingeniería de software educativo, información, redes neuronales.

The intelligent technologies and the learning

Abstract

The man seen as the most developed of all living species and the only one who can think rationally, plan and design strategies to create and innovate, the brain has to be one of the most functional systems and

.....
¹ Docente Programa Administración Financiera y de Sistemas. UNIAGRARIA.

organized when it “knows” about of Systems Theory, as well as being highly “complex”, which in his limited understanding and comprehension. Since the introduction by 1940 of Informatics, technologies, both soft and hard, apply in various activities related to human behavior, it is so Artificial Intelligence, Genetic Algorithms, Fuzzy Logic, Neuromarketing and other area of knowledge, made great and constant efforts to study the structure and behavior of the human brain within the many activities of the brain, is to store long-term or short-term information and to be able to recover, this engaging Cognitive Sciences. The research, this is in progress and it investigates methodologies and didactic to active level can compromise the design and development of a learning environment to support learning of Accounting Fundamentals, Student Body, but doing a bet to find another dynamic, proposes to venture into the Neuromarketing, area brand new knowledge, which has conducted research with important results regarding motivation, fixation and recall of brands and/or products for later consumption; retaking these achievements by Neuromarketing proposed to include some to influence student learning, as a brand new item and to consider in the design and construction of the learning environment.

Key words: Learning, cognition, metacognition, intelligence, artificial intelligence, knowledge, learning environment, learning virtual objects, neuromarketing, constructivism, Educational Software Engineering, information, neural networks.

La humanidad debe saber que es desde el cerebro, y solo desde él, que surgen placeres tales como la risa, la alegría; también es desde allí que emergen nuestras tristezas, penas y lágrimas. A través del cerebro, en particular, pensamos, vemos, escuchamos y distinguimos lo feo de lo hermoso, lo malo de lo bueno, lo placentero de lo que no lo es.

Hipócrates (siglo V a.C.)

Introducción

El ser humano visto como el más desarrollado de las especies vivas y el único que puede pensar racionalmente, planear y diseñar estrategias para crear e innovar; posee el cerebro que es uno de los sistemas más funcionales y organizados en lo que se “conoce” como la Teoría de los Sistemas, además de ser altamente “complejo”, lo que ha limitado su entendimiento y comprensión.

La medicina y sus disciplinas anexas, así como la psicología, la sociología y las ingenierías de sistemas, computacional, informática y electrónica, junto con la microelectrónica, entre otras, se han comprometido en asignar recursos para

investigaciones y el estudio detallado del cerebro, logrando encontrar que está compuesto por un número de células nerviosas llamadas neuronas que, según cálculos recientes, puede alcanzar un total de 26.000 mil millones de neuronas en el cerebro humano; además, presenta una serie de características importantes y deseables en cualquier sistema, como lo son: es robusto y tolerante a fallas, día a día, mueren neuronas sin afectar notoriamente su funcionamiento, es flexible, permitiendo ajustarse constantemente al entorno sin necesidad de programarlo, puede procesar información difusa, con ruido e inconsistente, realiza procesamiento distribuido y altamente paralelo, es pequeño y consume una mínima energía (Delgado, 1998).

Con la aparición e inicio de la era de la informática, concebida después de la Segunda Guerra Mundial (1939-1945), la disciplina de la Psicología encontró al lado de las Ciencias Cognitivas que tienen como objeto específico de estudio el análisis y la experimentación sobre el conocimiento –visto como un proceso de adquisición, codificación, manipulación, producción y transferencia de nueva información– hacer un

paralelo con los computadores que permiten almacenar datos e información y, a su vez, permiten procesar y encontrar una respuesta que puede orientar hacia una toma de decisiones como salida (Álvarez, 1994).

Logrando así encontrar una relación entre la Psicología cognitiva y el procesamiento de la información a través del computador, llevando a un nuevo campo denominado Ciencia cognitiva; consolidando dos líneas de investigación, una, la Teoría Cognitiva, construye modelos de la mente humana que tratan de desvelar la arquitectura de ese conjunto de actitudes, creencias, deseos y capacidades que constituyen el yo, son la base del comportamiento inteligente y, una segunda, en cuanto a la Tecnología Intelectual, que tiene como objetivo el análisis, diseño y construcción de máquinas inteligentes, construyendo programas de computador que simulen el comportamiento del ser humano (Álvarez, 1994).

La teoría del estímulo–respuesta y referenciada con la informática, ha considerado que los estímulos se convierten en información de entrada y, una vez procesada, la reacción o comportamiento es considerado como la información de salida, luego, visto desde la psicología cognitiva, gran parte del comportamiento es interno y no observable ni cuantificable directamente.

Gran parte de las actividades humanas como estudiar para la presentación de una prueba de conocimientos, observar a una persona en cualquier sitio, conocer a una nueva persona o amistad en una reunión, escuchar noticias en la radio o en la televisión, ver un aviso publicitario, ya sea en una valla o en la televisión, implican todas ellas captura, almacenamiento y procesamiento de datos para obtener información.

El presente proyecto realiza una investigación que se centra en encontrar las didácticas y metodologías que sirvan de apoyo en el diseño y desarrollo de un ambiente de aprendizaje para las Ciencias Administrativas y Contables, y, en particular, para los estudiantes que ingresan a estudiar la disciplina de Administración Financiera y de

Sistemas, que toman el curso de Fundamentos de Contabilidad; que permita mediante su aplicación lograr mayor motivación, mejor entendimiento y aprendizaje por parte de los estudiantes.

A través de la experiencia como docente del área de Informática, Administración y Finanzas, he detectado una gran debilidad en los conocimientos adquiridos del área contable, siendo esta área el fundamento para la gestión administrativa y financiera del futuro profesional.

También es importante la revisión de cómo las TIC, hoy en la sociedad del conocimiento y de la información, están permeando toda disciplina y/o campo del saber, luego el campo de la educación no escapa a ello, propiciando la reflexión de cómo encontrar puntos de convergencia entre las TIC y la educación junto al aprendizaje.

El proyecto es pertinente en la medida en que permitirá diseñar y desarrollar un ambiente de aprendizaje donde los estudiantes puedan ser más participativos, más autónomos en su aprendizaje, reforzar sus conocimientos y aprendizaje a través del uso de las TIC, tener un mayor contacto con su entorno dentro y fuera del aula, asumir un papel más activo en la construcción de su propio conocimiento y desarrollar habilidades analíticas y creativas.

También, a los docentes, brindarles un apoyo tecnológico potencialmente didáctico, con el fin de planear y diseñar ambientes que comprometan al alumno con su proceso de aprendizaje, además, puede hacer aportes útiles para nuevas investigaciones en este campo.

Visión general del procesamiento de información

Esta es una visión conceptual general del procesamiento de información y de datos que realiza el ser humano, desde cualquiera de las actividades que lleva a cabo en su diario que hacer.

El ser humano en el momento de fijar su atención y la identificación de patrones, lo hace con la finalidad de reconocer características,

identificar datos e información en el instante o, recurriendo al proceso de recordar desde la memoria de corto o largo plazo, para realizar su posterior procesamiento y emitir una respuesta coherente con lo esperado.

La información ambiental entra en la memoria sensorial, que la mantiene durante un período muy corto (alrededor de 0,5 a 1,0 segundos en el sistema visual), justo lo suficiente para que seleccionemos qué afecta a nuestros sentidos, abarcando no solo las voces que oímos y los colores que vemos, sino también las distracciones de fondo que “desconectamos”, esto es, no enviamos para su ulterior procesamiento. (Hardy, 2000, p. 112).

Existen tres clases generales de modelos de reconocimiento de patrones como son: el de igualación al modelo perceptivo, prototipos y el de análisis de rasgos; el primero referenciado con el almacenamiento de copias mentales en nuestra memoria, el segundo no almacena una copia exacta sino un ejemplo o un caso general abstracto del estímulo o evento y el tercero la información de entrada son características o rasgos específicos según la percepción del evento y del individuo (<http://www.ucm.es/info/pslogica/cognitivos.pdf>).

A partir de lo anterior, se concluye en la actualidad en una nueva ciencia denominada Neuropsicología Cognitiva, resultado de la combinación de los diferentes elementos convergentes entre la Psicología Cognitiva y la Neuropsicología, las cuales están analizando el comportamiento o funcionamiento del cerebro respecto a estímulos o datos e información de entrada y cuál es su respuesta o salida.

De esta manera, se crea un novísimo campo denominado Inteligencia Artificial (IA), que estudia cómo lograr que las máquinas realicen tareas que, hoy son realizadas mejor por el ser

humano, pero además que, posiblemente, puedan resolver problemas que hoy las máquinas existentes ni el ser humano pueden darle solución. La Inteligencia Artificial se define como el estudio de la combinación de hardware y software que permite percibir, razonar y actuar, que no es sino un paralelo con el quehacer inteligente del ser humano (Winston, 2002).

En el campo de las ciencias de la computación, aparece una nueva forma que se fundamenta en poder capturar imprecisiones e incertidumbres que están presentes constantemente cuando se trata de resolver problemas del mundo real, por ejemplo, el estudio de una población para identificar las necesidades y/o preferencias que tienen en relación con un determinado producto, caso en el que intervienen una gran cantidad de variables y tipos diferentes, difíciles de definir y mucho más de cuantificar; dando paso a diferentes campos de investigación y aplicación: lógica borrosa, redes neuronales, razonamiento aproximado, algoritmos genéticos, teoría del caos, computación gráfica, teoría de colores y la teoría del aprendizaje, entre otras.

La comparación que se puede hacer entre los computadores y por qué no decir, los supercomputadores modernos con el cerebro humano y el sistema neural de los seres vivos, en especial el del ser humano; que como se notaba anteriormente se presenta una entrada de datos o información, se da la captura, el almacenamiento, procesamiento y salida; hoy existe una mayor cantidad de datos e información sensorial relacionados y controlados frente al entorno en el que se encuentran en un momento determinado; a pesar de estos avances importantes, los sistemas informáticos son bastante torpes en realizar tareas que para el ser humano son muy sencillas, ejemplo, el reconocimiento de un rostro o el recordar un hecho o fenómeno y poder relacionarlos con alguna actividad o estímulo presente. Luego, la lógica difusa (aproximaciones e información borrosa) y las redes neuronales vistas desde la computación biológica, han orientado

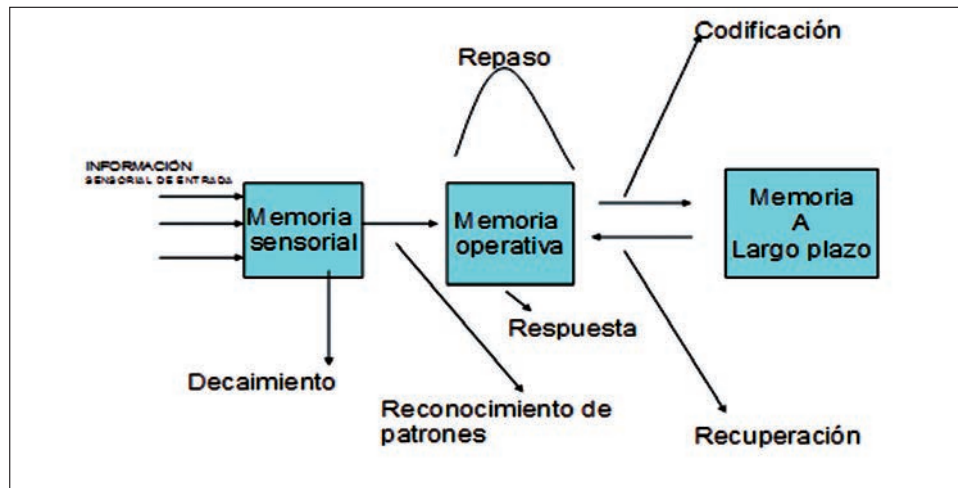


Figura 1. Proceso de la información.

Fuente: Hardy (2000).

a los diferentes investigadores y desde diferentes disciplinas a lograr desarrollos que les permite construir dispositivos artificiales, ya sea tipo hardware y/o software, haciendo su aparición en el escenario del conocimiento y de las tecnologías de los sistemas biosinspirados.

Frente a los avances en los campos mencionados anteriormente, se ha logrado cimentar la computación biológica, desde los estudios y teorías planteadas por Donald O. Hebb, psicólogo, quien dedicó 20 años a la investigación, culminando en 1949 con la publicación de su obra *La organización de la conducta*, cimentando las bases sobre las cuales hoy descansa la neurofisiología (<http://www.cog.jhu.edu/courses/326/Readings/Hebb%201949.pdf>)

El cerebro no funciona como un computador en forma secuencial, sino que su procesamiento lo realiza en forma paralela, o sea, varias combinaciones de grupos de neuronas y acciones simultáneamente de miles de millones de neuronas en un instante determinado; luego la generación y transmisión de una señal nerviosa se hace a través de la unión de dos o más neuronas, dicha unión es denominada una sinapsis, esta unión no se hace físicamente ya que ellas permanecen separadas

una de otra por 0.2 micras aproximadamente, aparecen neuronas emisoras y neuronas receptoras, emitiendo y recibiendo señales nerviosas que pueden ser de tipo eléctrico o químico, la transmisión química se realiza externamente, o sea, fuera de la neurona, mientras que la eléctrica se da internamente, apareciendo los neurotransmisores en la primera y en la segunda cargas o descargas eléctricas, según la combinación del sodio, potasio y calcio, la membrana de la célula se asimila por su comportamiento a un condensador.

Estructura neuronal en el ser humano

Como se puede observar en la figura 2, está la estructura de un sistema neuronal, con los principales elementos que configuran dicho sistema y la similitud de comportamiento químico y eléctrico, visto desde ambas disciplinas, la Química y la Electrónica.

Aunque con los estudios realizados y la profundidad de los mismos se han logrado avances importantes, todavía no se ha establecido cómo, dónde y de qué forma se almacena la información en el ser humano y de qué forma se procesa; sin embargo, a partir de su modelo biológico, anali-

zando entradas y salidas, se intenta establecer un modelo matemático, retrayendo el concepto de estímulos, entradas y la respuesta correspondiente.

Una neurona o un grupo de neuronas activas se presenta cuando el peso de entrada, actividad o envío de señal de la o las neuronas que participan en una entrada, son capaces de alcanzar un nivel de excitación que está referenciado con el umbral, o sea, la capacidad e intensidad de la señal de entrada de cada una de las neuronas (grupo) que participan en determinado evento o actividad; de esta manera, según la intensidad de esta señal será la respuesta de la neurona o del grupo de neuronas que participan; logrando plantear una estructura matemática que se representa mediante un modelo con asignación de pesos simulando la intensidad de señal de cada neurona y realizando una sumatoria de dichos pesos comparada con un umbral de activación, simulando activar o dejar pasivamente a la neurona o grupo de neuronas. Logrando configurar modelos matemáticos altamente complejos que hoy dan solución, por ejemplo, a problemas de erupciones solares, previsiones de la demanda de consumo eléctrico, reconocimiento de voz, reconocimiento de texto manuscrito, estudio para otorgación de créditos, entre otros (Hilera, 2010).

Tema: Aplicación de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje en las Ciencias Administrativas y Contables.

Título: Inclusión de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la enseñanza y aprendizaje para la gestión del conocimiento en las Ciencias Administrativas y Contables de UNIAGRARIA.

Memoria semántica y procesamiento de la información

La memoria, considerada inicialmente en forma pasiva y subordinada al pensamiento, es

un almacén de datos de recuerdos y experiencias que se traen en forma automática; hoy considerada como el conocimiento de una persona que le sirve para realizar las actividades con el fin de sobrevivir, poderse comunicar y adaptarse al medio (Puente, 1989).

La memoria y el resultado de la misma (Monroy, 1995), es una actividad altamente compleja, que está determinada por factores como la motivación, la formación y retención, la elección de un plan y el conjunto de operaciones para llevarlo a cabo, proceso mediante el cual es almacenada la información en el sistema cognitivo, haciendo que se vea afectado con la nueva información.

La memoria a largo plazo está comprometida con la memoria semántica, la que almacena las relaciones, significados y reglas (Stemberg, 1987), también según Tulving (citado en Puente, 1989), es la que almacena el lenguaje y los hechos, diferenciándose de la memoria episódica o de corto plazo; esta clasificación la determina según la naturaleza de la información almacenada y su poder de recuperación en el tiempo.

Elaboración de ambientes y desarrollo de procesos

La construcción de ambientes de aprendizaje, a través de la aplicación de software mediado por hardware, ha pasado de ser un “presentador de información”, a ser un objeto didáctico interactivo que se puede elaborar a partir de la representación del conocimiento (Maldonado, 1997), facilitando en el estudiante su interacción y logrando una mayor motivación e impacto en su aprendizaje.

El papel de las TIC dentro de la educación, es que se convierten en elementos de apoyo en el proceso de enseñanza y aprendizaje, diseñando y construyendo ambientes de aprendizaje, fundamentados en procesos cognitivos y metacognitivos, que propician el aprendizaje, logrando modificar en el estudiante su estructura cognitiva.

Lo anterior permite que el docente piense y reflexione sobre su quehacer educativo, con-

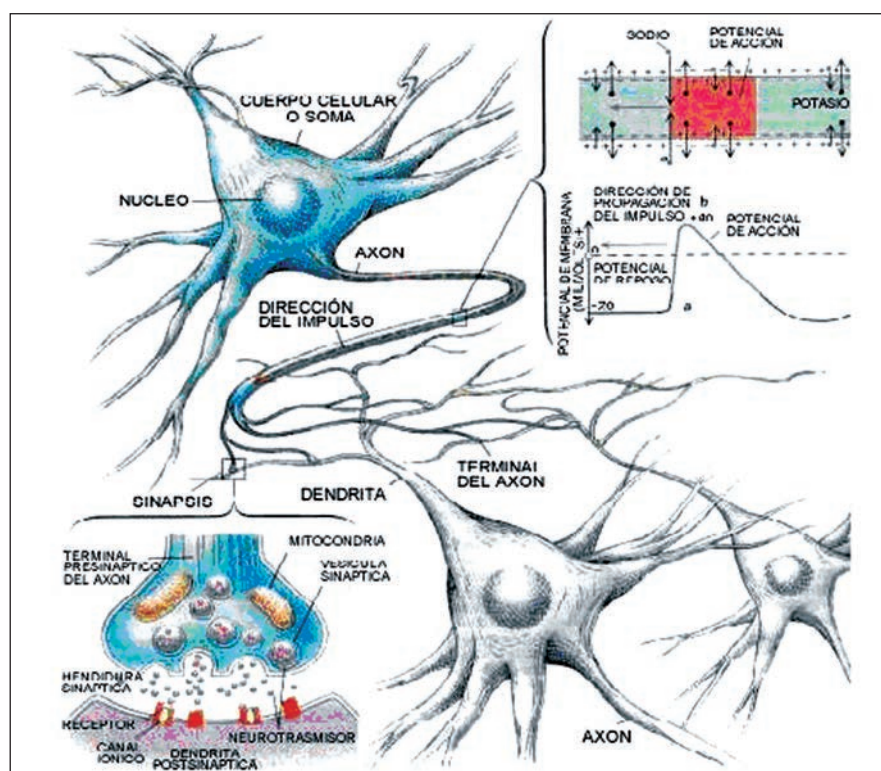


Figura 2. Estructura neuronal en el ser humano

Fuente: Jorge Delgado

virtiéndose en un investigador y diseñador de estrategias didácticas nuevas dentro de su papel en la práctica pedagógica, tomando como referente el entorno y las diferentes variables que puede encontrar para innovar.

Actualmente las tecnologías están ofreciendo una multiplicidad de posibilidades para combinar, aplicar, y encontrar diferentes formas de trabajar, dejando la creatividad y la innovación para que sean utilizadas de forma más eficiente y efectiva en lo que se refiere a mejorar y lograr el aprendizaje en el estudiante.

Generalidades

La mayoría de los programas de las universidades, instituciones de educación superior, institutos técnicos, tecnológicos y de educación no formal que ofrecen Administración de Empresas, Admi-

nistración Financiera, Administración Hotelera y en general Administración; incluyen en sus planes de estudio uno, dos y hasta tres cursos de contabilidad, lo cual nos induce a pensar que es un área importante para cualquier administrador y, con mayor razón, para el egresado de UNIA-GRARIA que debe presentar una fortaleza en el campo financiero.

De acuerdo con esto, considero que el enfoque más aplicado en el desarrollo y construcción del software es el de la Teoría del Constructivismo, sin dejar las otras teorías de aprendizaje, ya que se puede encontrar en las didácticas de aprendizaje una combinación de estas, en razón a que se modelará una estructura lógica fomentando la solución de problemas y el desarrollo conceptual, autónomo e independiente en el estudiante.

Además, al desarrollar el software se ofrecerá al estudiante una posibilidad de encontrar un

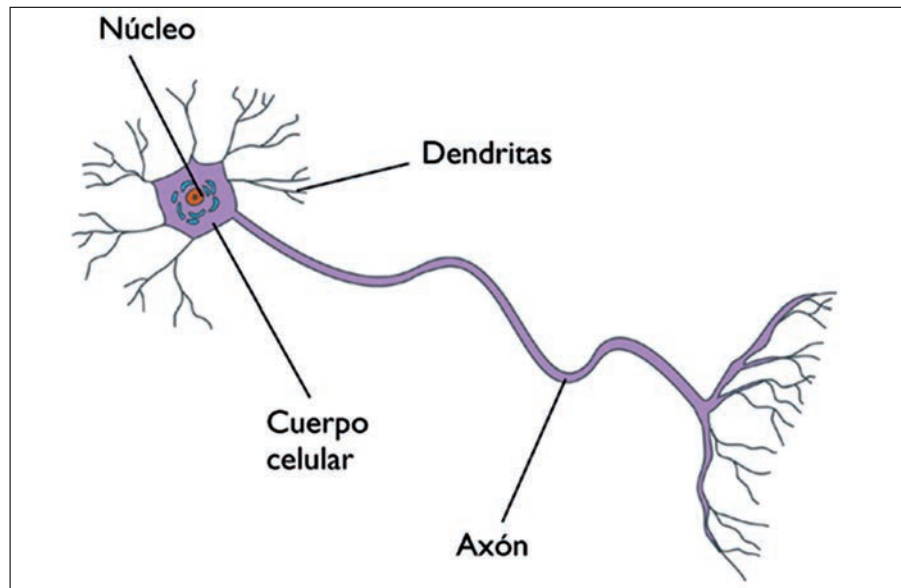


Figura 3. Esquema elemental de una neurona.

Fuente: elaborado por Andrés Nacelle. Documento Redes Neuronales

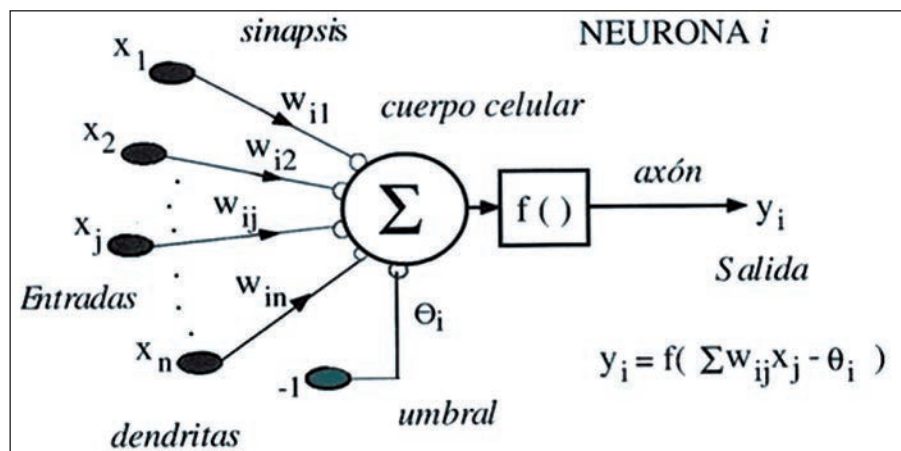


Figura 4. Redes neuronales artificiales.

Fuente: Hilera (2010).

nuevo ambiente para aprender los fundamentos de Contabilidad y reforzar los elementos conceptuales y prácticos de la misma.

También estará dando nuevas luces y nuevos espacios para investigar sobre el uso de Tecnologías de la Información aplicadas a la enseñanza de la Contabilidad, ya que, específicamente en esta área, es muy poco lo que se ha investigado y

desarrollado, ayudando también en la consecución de un mejor nivel educativo e incentivando líneas de investigación en este campo, aportando en alguna medida al proceso de calidad en el campo académico.

Al referirse al conocimiento, no debe limitarse a las representaciones que hacemos de los conceptos y de los objetos en nuestra mente, sino

más bien, al proceso crítico mediante el cual el estudiante va organizando ese conocimiento, va superando los condicionamientos y situaciones espontáneas hasta construir un conocimiento sistemático, ordenado y coherente. Esto permite hablar del desarrollo y construcción de la cultura mediante el concepto de procesos como la percepción, los símbolos, el lenguaje, la inferencia y como resultado la acción. En la medida en que el individuo adquiere un conocimiento, este realmente se cimienta y se fijará en él si encuentra que ese conocimiento se relaciona o se puede relacionar con su entorno y, una vez adquirido el conocimiento le permitirá generar nuevo conocimiento o encontrar nuevo conocimiento que le llevará a influir en su entorno y cambiarlo o mejorarlo, lo mismo que en sus estructuras de aprendizaje (http://www.unsam.edu.ar/escuelas/humanidades/ruedes/ACTAS_RUEDES_XIX.pdf)

La Teoría Cognitiva, a través de una gama de visiones, pretende mostrar que el conocimiento es un proceso por el que pretendemos reproducir, a nivel de nuestra conciencia, la realidad con la cual se tiene contacto. Pero esa reproducción mental de la realidad no es total (absoluta); no se puede agotar en el acto del conocimiento lo que el objeto es en sí, por tanto, hay diferentes visiones sobre el mismo objeto, por el contrario, el conocimiento es un proceso gradual hasta alcanzar un conocimiento más riguroso, más preciso y más acorde con la realidad y su entorno.

Las Ciencias Cognitivas se conciben como confluencia de varias ciencias y dentro de ellas se destacan la Inteligencia Artificial, basada inicialmente en los símbolos, construcción de bases de conocimiento, modelos matemáticos y los algoritmos genéticos, permitiendo encontrar nuevo conocimiento; en una segunda etapa y retomando la teoría del conexionismo junto con las neurociencias, la lingüística y la Psicología Cognitiva llevará a plantear la estructura del cerebro y, con ello, un paralelo mediante la teoría de las redes neuronales simulando un procesamiento

altamente paralelo y distributivo en el cerebro y buscando un isomorfismo con el computador y concretamente con el procesador.

Retomando lo anterior, se puede afirmar que con la aparición del computador se orienta la intención de convertirlo en un instrumento que facilitará el estudio de la inteligencia humana y a esta intención responde inteligencia artificial, la cual incorpora la identificación de la estructura, de la forma como funciona la mente humana, el cerebro y se desarrolla su simulación, aportando tecnologías novísimas, entre ellas, sistemas expertos, redes neuronales y la lógica difusa; todos íntimamente relacionados con la Teoría Cognitiva, en la medida en que trata de construir modelos inteligentes (Ardi, 2005).

Luego, el conocimiento está en una continua adaptación, (el conocimiento es propio del ser humano, así el ser humano es quien sistematiza ese conocimiento y lo adecua según sus necesidades y el entorno), donde el estudiante se enfrenta con una realidad cambiante y dinámica respecto al espacio, el tiempo, las experiencias, tanto internas como externas del estudiante, la relación del estudiante con los otros estudiantes y con su vivencia; por ello, las Ciencias Cognitivas deben ser dinámicas, cambiantes y en ningún momento absolutas (http://www.unsam.edu.ar/escuelas/humanidades/ruedes/ACTAS_RUEDES_XIX.pdf)

Metodología

Esta investigación se ha clasificado como cualitativa, cuantitativa y narrativa participativa, ya que se ha propuesto desarrollar actividades como la revisión del estado del arte. Al respecto, se puede decir que es muy poco lo que se ha estudiado alrededor del aprendizaje sobre los fundamentos de la Contabilidad, tanto a nivel teórico como en la construcción de software didáctico en esta área específica.

De otra parte, se están revisando los modelos pedagógicos de mayor difusión: (1) el modelo

pedagógico tradicional, el cual enfatiza en la formación del carácter, mediante la voluntad, la virtud y el énfasis en la disciplina; (2) el modelo pedagógico romántico, donde el niño es el centro, debe darse y permitir la expresión libre y espontánea de los niños, no interesa el contenido del aprendizaje; (3) el modelo pedagógico conductista, donde interesa el contenido del aprendizaje, pero se hace énfasis en la necesidad de atender las formas de adquisición y las condiciones del aprendizaje de los estudiantes; (4) el modelo pedagógico social, propone el desarrollo en diferentes direcciones (multifacético), de acuerdo con las capacidades e intereses del estudiante; estos modelos entre otros, son referentes importantes a tener en cuenta en el diseño y desarrollo del software.

Al mismo tiempo, para esta investigación se ha planteado la conversación directa con los docentes y la recolección de vivencias propias en el desarrollo de sus cursos junto a los contenidos y didácticas, y de otra parte, la construcción de instrumentos como cuestionarios, encuestas y entrevistas que se han de aplicar a empresarios, estudiantes y docentes, para conocer sobre los temas que se deben incluir en el ambiente de

aprendizaje dentro del curso de Fundamentos de Contabilidad, etapa en la que se encuentra la investigación.

Neuromarketing y el aprendizaje

El neuromarketing estudia cómo las personas toman decisiones sobre las cosas que valoran, teniendo como antecedentes los estudios realizados por la neurología en la salud y el comportamiento mental; la neuroeconomía que estudia el conocimiento del mercado y el neuromarketing, que estudia el hombre económico.

Comprometidos en el estudio e investigación en neuromarketing se encuentran economistas, especialistas en marketing, neurocientíficos, psicólogos del comportamiento y físicos, ingenieros, administradores; quienes intentan comprender las bases neurológicas del comportamiento, es decir, el proceso que realizan las personas en la toma de decisiones, tomando como referentes el comportamiento social y económico del mercado.

Los experimentos e investigaciones realizados han incluido áreas del conocimiento como teoría de juegos, la teoría de riesgo, forma como

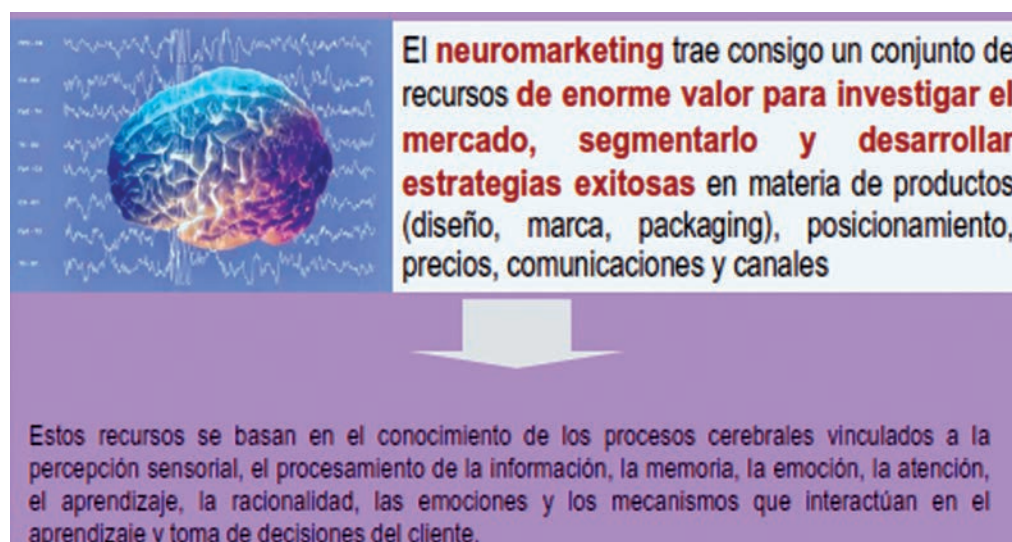


Figura 5. Documento Dr. Néstor Braidor (2010). El neuromarketing y la toma de las decisiones.

Fuente: Documento Dr. Néstor Braidor (2010).

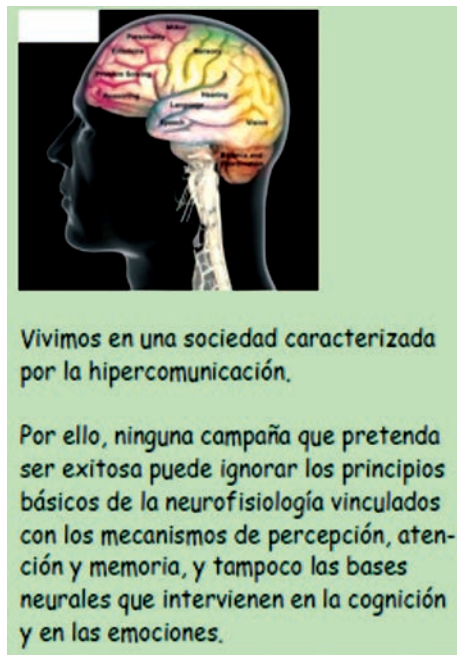


Figura 6. La hipercomunicación.

Fuente: Documento Dr. Nestor Braidor (2010).

el individuo presta atención, cómo almacena y retiene información (memoria), cómo aprende, qué y cómo valora, qué le motiva, qué hace que se activen las emociones, qué hace que exprese su conducta.

En su etapa metodológica experimental ha utilizado la neuroimagen, el perfil genético, manipulación psicofarmacológica, psicofisiología, medición del comportamiento, pruebas psicológicas, análisis de sangre u hormonal y grabaciones neuronales (Álvarez, 2011).

El Neuromarketing se ha comprometido con estudios e investigaciones complejas a nivel del comportamiento, respectivo a estímulo respuesta, comprometiendo los cinco sentidos del ser humano, encontrando y entregando aportes importantes.

La hipercomunicación (figura 6), presenta un rompimiento con el pensamiento lineal, fundamentada en el hipertexto, donde el indi-

viduo, en este caso el estudiante, es posible que diseñe diferentes caminos para lograr alcanzar el objetivo, así también, específicamente desde el marketing, para hacer la propaganda de un producto se pueden utilizar diferentes canales de comunicación como la radio, la televisión, el periódico, el internet, entre otros.

A pesar de las diferentes técnicas que se han investigado y que pueden ser aplicadas en la categoría del marketing, para el evento del diseño y desarrollo del software educativo, evocaremos dos categorías desde el marketing, desde luego que en el software se podrán aplicar otras; mecanismos de motivación, atención y recordación, considerando que son dos fundamentales para el aprendizaje en el estudiante. El primero de ellos es la motivación, cómo se logra encontrar elementos llamativos para la construcción del ambiente de aprendizaje, tanto en su estructura como en su contenido, de tal forma que, el estudiante se interese en seguir frente al aplicativo; para ello, debe buscarse la aplicación de la teoría de colores, los objetos, los gráficos, los caminos no lineales, el hipertexto, entre otros; el segundo es la atención, ligado indudablemente al anterior, es decir, hacer que el estudiante se fije o mantenga su interés en los conceptos básicos o los contenidos que, en algún momento, se ha considerado deben ser el centro o núcleo del tema tratado, (a través de la imagen, texto y sonido, varias veces de la misma forma o de diferente forma) y, por último, el de la recordación, también retomando los dos anteriores, si se ha logrado lo que se quería frente al estudiante, se da por hecho la recordación, pero, también puede relacionarse con metáforas de la vida diaria o con aplicaciones, ejercicios, solución de problemas reales, que le permitan recordar los conceptos, teorías o aplicaciones de los temas que se han propuesto y los cuales deben ser aprendidos como núcleos o temas importantes de aprendizaje para el estudiante respecto a los contenidos tratados.

Etapa ingenieril del proyecto

Ingeniería

La ingeniería es la disciplina que utiliza los recursos al alcance del hombre para realizar determinada tarea, actividad o proyecto, conociendo y perfeccionando las características y relaciones de los mismos, con el fin de producir y gestionar, sistemas socio técnicos que provean bienes y servicios con el fin de satisfacer necesidades de una población específica, logrando elevar su calidad de vida, protegiendo el ambiente mediante un desarrollo sustentable, sobre bases éticas, económicas y de responsabilidad social y ambiental. Para ello, crea e innova aplicando conocimientos científicos y tecnológicos y metodologías matemáticas, experimentales e informáticas, partiendo de datos de unos contextos determinados, identificando las variables que intervienen en las soluciones planteadas (Hernández, 2006).

Ingeniería de Software

Diseño y Desarrollo de MEC

Se conservan las etapas del proceso sistemático para el desarrollo de materiales y más puntualmente de software (análisis, diseño, desarrollo, pruebas y ajustes, implementación), (figura 7). Sin embargo, en este caso se da particular énfasis a las teorías, metodologías y didácticas sobre el aprendizaje y la comunicación humanas, como fundamento para el diseño de los ambientes educativos computarizados; la evaluación permanente y bajo criterios predefinidos, a lo largo de todas las etapas del proceso, como razón de perfeccionamiento continuo del material; la documentación adecuada y suficiente de lo que se realiza en cada etapa, como base para el mantenimiento que requerirá el material a lo largo de su vida útil. (Galvis, 2002).

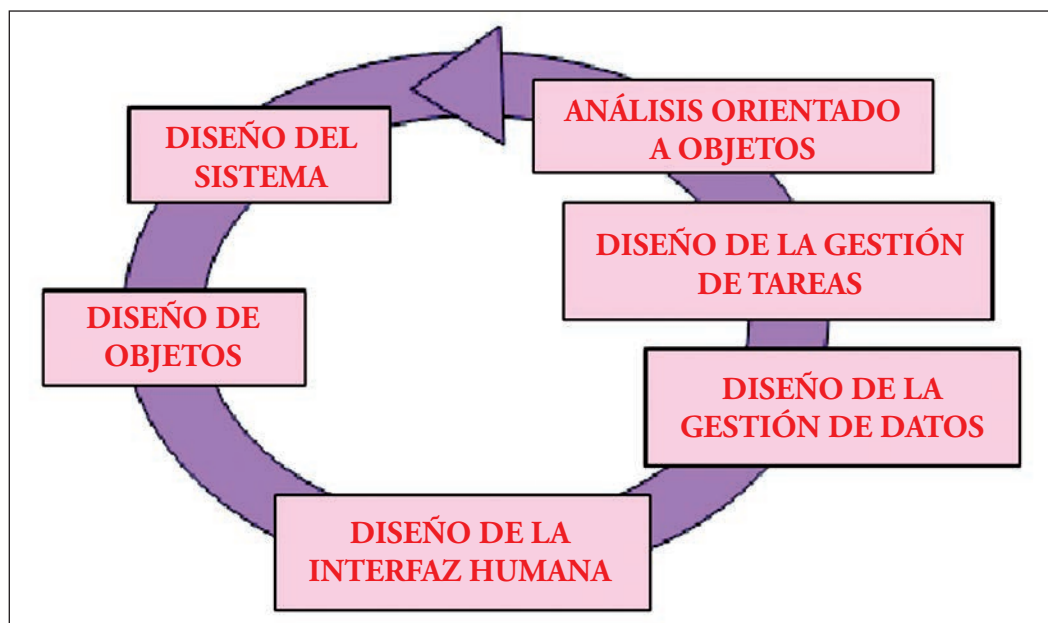


Figura 7. Ingeniería del software. Ciclo de Vida.

Fuente: Pressman (2011).

Siguiendo el ciclo básico anterior, en la construcción del ambiente de Aprendizaje, basados en las tecnologías orientadas a objetos, incluyendo los conceptos de multimedia, elementos altamente visuales, gráficos, animaciones, elementos de sonido, la organización y distribución y el color.

En esta parte de la investigación, donde se construyen ya sea OVAS, objetos virtuales de aprendizaje y los AVAS, Ambientes Virtuales de Aprendizaje, la metodología general desde Ingeniería del Software, revisando la construcción del software educativo, y tomando como base la experiencia, el investigador principal se arriesga a plantear una metodología, así: pre análisis, identificar los contenidos, análisis de los objetos, análisis de las metodologías y didácticas de aprendizaje, tareas a realizar de los objetos, diseño de los objetos, construcción de los objetos (evidencias de las teorías de aprendizaje y didácticas cognitivas), diseño de las interfaces (soportadas didácticamente), pruebas e implementación.

Esta es una propuesta concreta de la metodología que se seguirá una vez se llegue a la etapa de construcción del software. Se espera que esta investigación sea un aporte importante dentro del campo de la inclusión de nuevas tecnologías en la gestión del conocimiento específicamente en las didácticas y metodologías de aprendizaje.

Referencias bibliográficas

- Álvarez del Blanco, R. (2011). *Neuromarketing*. España: Prentice Hall.
- Álvarez Munárriz, L. (1994). *Fundamentos de Inteligencia Artificial*. Madrid: Editorial Selegráfica.
- Apellániz, M., & Portillo, M. (2013). *Metodología y técnicas de investigación en contabilidad y finanzas*. España: Documento.
- Ardi, T. (2005). *Aprendizaje y cognición*. México: Editorial Prentice Hall.
- Arredondo, P. (2000). *Didáctica general*. México: Editorial Limusa.
- Ausbel, D., Novack, J., & Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa*. México: Trillas.
- Braidot, N. (2010). *Neuromanagement*. España: McGraw Hill.
- Cuadrado E. (1999). *Metodología de la investigación contable*. España: MacGraw Hill.
- Delgado, A. (1998). *Inteligencia artificial y mini-robots*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Galvis, A. (1997) (2002). *Ingeniería de software educativo*. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Hardy, T. (2000). *Aprendizaje y cognición*. Editorial Prentice Hall.
- Hernández, O. (2006). *Introducción a la Ingeniería*. Ed. Thomson.
- Hilera, José R. (2010). *Redes Neuronales artificiales*. Bogotá: Alfaomega.
- López, A. (2008). *Aprendizaje de la contabilidad basado en el juego*. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Maldonado, L. (1997). *Razonamiento espacial y Aprendizaje significativo*. Bogotá: Editorial Universidad Pedagógica Nacional.
- Maldonado, L. (2002). *Razonamiento espacial y aprendizaje significativo*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Maldonado, L., Fonseca, O., Ibáñez, J., Macías D., Ortega, N., Rubio, M., & Sanabria, L. (2002). *Metacognición y razonamiento espacial en juegos de computador*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Monroy, B. (1995). *Pedagogía cognitiva en las sociedades de la información. Documento de trabajo*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Puente, A. (1989). *Cognición y aprendizaje: Fundamentos psicológicos*. Madrid: Pirámide.
- Sacristán, J. (1992). *Comprender y transformar la enseñanza*, España: Morata.
- Stemberg, R. J. (1987). *Razonamiento, Solución a problemas e Inteligencia*. Madrid. Paidós

Summers, G. (2002). *Juegos de ingenio 2*. Colombia: Planeta.

Winston, P. H. (2002). *Inteligencia artificial*. Bogotá: Editorial Educativa.

Cibergrafía

<http://www.ucm.es/info/pslogica/cognitivos.pdf>

http://www.unsam.edu.ar/escuelas/humanidades/ruedes/ACTAS_RUEDES_XIX.pdf

<http://www.unesco.org.uy/educacion/fileadmin/templates/educacion/archivos/EducaciondeCalidadparaTodos.pdf>

Contenido polifenólico en productos elaborados con mora (*Rubus glaucus*, Benth) y plantas aromáticas

Recibido: 5 de febrero de 2014

Aceptado: 6 de noviembre de 2014

Resumen

El consumo de antioxidantes en la dieta contrarresta enfermedades crónicas asociadas al estrés oxidativo; dentro de éstos están polifenoles, moléculas que reducen la concentración de radicales libres, disminuyen la trombosis, activan los macrófagos, inhiben la tendencia a la peroxidación, mejoran la visión, previenen la diabetes e inducen la apoptosis. En consecuencia, este artículo identifica los cambios que sufren los compuestos polifenólicos de una mezcla de mora (*Rubus glaucus*, Benth), hierbabuena (*Mentha piperita* L.), manzanilla (*Matricaria chamomila*, L.) y sábila (*Aloe barbadensis*, Miller) al ser sometida a tratamiento térmico para obtener refresco, néctar, compota, jalea y mermelada; productos que se elaboraron tomando como referencia las resoluciones 11488 de 1984, 15789 de 1984 y 7992 de 1991 del Ministerio de Salud y las *Codex Stan* 1-1985, 247-2005 y 296-2009. El estudio evaluó índice de polifenoles totales (IPT), polifenoles totales por Folin-Ciocalteu (PPT) y antocianinas (At), utilizando un diseño completamente aleatorizado con dos repeticiones; encontrándose que la concentración de estos fitonutrientes es mayor en los productos obtenidos mediante evaporación (jalea, compota y mermelada) que en los preparados con solo pasteurización (refresco y néctar).

Palabras clave: antocianinas, antioxidantes, análisis, hierba buena, manzanilla, aloe vera.

Polyphenolic content in products made from blackberry (*Rubus glaucus*, Benth) and aromatic plants

Abstract

The consumption of dietary antioxidants counteract chronic diseases associated with oxidative stress; within these are polyphenols, molecules that reduce the concentration of radical free, it decrease thrombosis,

• • • • •

¹ Ingeniera Química. Docente del Programa de Ingeniería de Alimentos. Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Bogotá, Colombia. gonzalez.gloria@uniagraria.edu.co; gloria_blair@yahoo.com

² Ingeniera de Alimentos. Programa de Ingeniería de Alimentos. Alimentos Polar Colombia S.A.S. Bogotá, Colombia.

activate macrophages, inhibit the tendency to peroxidation, improve vision, prevent diabetes and induce apoptosis. In consequence, this article identifies changes that suffer the polyphenolic compounds in a mixture of blackberry (*Rubus glaucus*, Benth), spearmint (*Mentha piperita*, L.), chamomile (*Matricaria chamomila*, L.) and aloe vera (*Aloe barbadensis*, Miller) to be subjected to heat treatment to obtain squash, fruit nectar, stewed blackberry, jelly and jam; products that were developed with reference to 11488-1984, 15789-1984 y 7992-1991 resolutions of Ministry of Social Protection and *Codex Stan* 1-1985, 247-2005 y 296-2009. This study evaluated index of total polyphenols (IPT), total polyphenols by Folin-Ciocalteu reagent (PPT) and anthocyanins (At), using a design fully randomized with two replications; found that the concentration of these phytonutrients is greater in the products obtained through evaporation (jelly. Stewed blackberry and jam) than in preparations with only pasteurization (squash and fruit néctar).

Key words: anthocyanins, antioxidants, analysis, menthe piperita, chamomile, aloe.

Introducción

El consumo de frutas juega un papel importante en el mantenimiento de la salud (Ochmian *et al.*, 2009), en la reducción de enfermedades coronarias, en la disminución de riesgos de cáncer (Moreno *et al.*, 2002) y en la prevención de desórdenes relacionados con el envejecimiento (Ochmian *et al.*, 2009). En general, las especies del género *Rubus* se han descrito como fuentes naturales de polifenoles (Marquina *et al.*, 2008) ricas en antocianinas, glucósidos de cianidinas y en algunos casos glucósidos de perlargonidinas (Rodríguez-Pérez *et al.*, 2010), metabolitos secundarios con actividad antioxidante benéfica para la salud (Marquina *et al.*, 2008).

La mora Andina o mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) es una baya tropical perteneciente a la familia *Rosaceae* (Paucar, 2011) consumida tanto fresca como procesada en forma de pulpas, jugos, conservas, confites, colorantes y mermelada. Es de gran aceptación tanto en el mercado nacional como en el internacional y anualmente, Colombia industrializa cerca de 10.000 toneladas para la producción de jugos, pulpas, salsas, congelados y lácteos (Ruíz *et al.*, 2009). A este fruto, se le ha atribuido actividad laxante, vitaminizante, protectora de los vasos sanguíneos, antiinflamatoria y antioxidante (Araujo *et al.*, 2002). Su consumo, reduce el estrés oxidativo y modifica el perfil lipídico, lo cual conlleva a la

disminución del riesgo de enfermedades causadas por radicales libres y al control del colesterol sanguíneo (Marquina *et al.*, 2008).

Así mismo, en Colombia, plantas aromáticas y medicinales como hierbabuena, manzanilla y sábila, aunque cultivadas, tienen bajo valor agregado pues su transformación industrial está casi ausente (Cardona y Barrientos, 2011), pese a que hoy en día, presentan una oportunidad importante en los mercados internacionales (López *et al.*, 2009), entre otros, por su contenido de polifenoles (González, 2013; Muñoz *et al.*, 2012 y Domínguez *et al.*, 2012).

Químicamente, los polifenoles son compuestos que tienen al menos un anillo aromático al que están unidos uno o más grupos hidroxilo (Collado, 2011) y se pueden clasificar de muchas formas, una de ellas incluye seis grupos: 1.- Fenoles y ácidos fenólicos, 2.- Cumarinas, 3.- Lignanós, 4.- Flavonoides y compuestos relacionados (incluye las antocianinas), 5.- Taninos y 6.- Quinonas y antracenósidos. Clasificación que comprende desde moléculas aromáticas simples como el aminoácido tirosina hasta estructuras muy condensadas como los taninos (Martínez *et al.*, 2003), capaces de formar fuertes complejos con macromoléculas y minerales (Rodríguez - Durán *et al.*, 2010). Funcionalmente, son poderosos antioxidantes, capaces de proteger las lipoproteínas de baja densidad (LDL) del daño oxidativo, por varias vías: 1.- como antioxidantes propiamente,

atrapando radicales libres; 2.- por su capacidad de inhibir, activar o proteger enzimas específicas en el organismo; 3.- por sus propiedades de solubilidad, las cuales permiten a la molécula localizarse sobre la superficie de la partícula LDL y disminuir el consumo de los antioxidantes propios como la vitamina E y los carotenoides (Sierra, 2012). Su estabilidad térmica varía con su estructura, pH, presencia de oxígeno e interacciones con otros componentes en el sistema (Aguilera, 2009), y su aporte en la dieta puede estar entre 50 y 800 mg/día, dependiendo del consumo de productos que los contienen. Un nivel importante de antioxidantes, se alcanza cuando el consumo es de unos 800 mg/día, lo cual puede conseguirse con una dieta rica en frutas y hortalizas (Collado, 2011).

Como el consumo de antioxidantes en la dieta parece ser de gran importancia para contrarrestar enfermedades crónicas asociadas con el estrés oxidativo (Dai *et al.*, 2009) y algunos compuestos fenólicos reducen la concentración de radicales libres (Collado, 2011), dando lugar a la reducción de trombosis, activación de macrófagos, inhibición de la tendencia a la peroxidación (Moreno *et al.*, 2002), mejora de la visión, prevención de la diabetes e inducción de la apoptosis (Collado, 2011); es importante que en la industria de alimentos, se lleven a cabo, procesos que garanticen la conservación de estas características (González *et al.*, 2013). Así, el presente estudio evalúa el efecto que tiene el tipo de procesamiento aplicado a mora (*Rubus glaucus*, Benth) aromatizada con hierbabuena, manzanilla y sábila (tres plantas aromáticas y medicinales) sobre el contenido de polifenoles, teniendo en cuenta que estos fitonutrientes presentan, de acuerdo con Garzón (2008), baja estabilidad.

Materiales y métodos

Selección de la materia prima

Los frutos de mora (*Rubus glaucus* Benth) fueron adquiridos en el mercado local, con un

grado de madurez adecuado para consumo, color rojo homogéneo y sin daño físico aparente. Las plantas aromáticas: hierbabuena (*Mentha piperita* L.), manzanilla (*Matricaria chamomilla* L.) y sábila (*Aloe barbaensis* Miller), utilizadas para saborizar y enriquecer los productos con polifenoles, se seleccionaron teniendo en cuenta la sanidad y limpieza de hojas y/o tallos.

Proceso de elaboración

Las materias primas, se procesaron para obtener los siguientes productos: refresco, néctar, jalea, compota y mermelada, teniendo en cuenta las resoluciones 11488 de 1984, 15789 de 1984 y 7992 de 1991 del Ministerio de Salud y las *Codex Stan* 247-2005 y 296-2009. Para la adición de las hierbas aromáticas se aplicó la *Codex Stan* 1-1985 (Rev. 1-1991).

En todos los casos, la mora sin peciolo ni pedúnculos, se sometió previo lavado con agua potable, a un proceso de extracción y filtración para obtener pulpa libre de semillas, la cual fue empleada en las formulaciones propuestas (tabla 1).

Caracterización fisicoquímica

Para caracterizar las materias primas frescas (mora y plantas aromáticas) y los productos terminados (refresco, néctar, jalea, compota y mermelada) se evaluaron por quintuplicado, sólidos solubles (SS), pH, acidez titulable y características cromáticas. Los sólidos solubles fueron medidos en refractómetro portátil y expresados como °Brix; el pH se estableció a través de un potenciómetro *Martini instruments* Mi 151; la acidez titulable fue valorada de acuerdo con la metodología de rutina establecida por la NTC 4623 y expresada como porcentaje de acidez de ácido cítrico; finalmente, las características cromáticas se definieron por espectrofotometría visible a 420, 520 y 620 nm, siguiendo el procedimiento descrito por Durán y Trujillo (2008) y calculando la intensidad (IC'

= $A_{420} + A_{520} + A_{620}$), composición ($P_{\text{amarillo-verdoso}} = A_{420} * 100/IC'$, $P_{\text{rojo-púrpura}} = A_{520} * 100/IC'$ y $P_{\text{azul-verdoso}} = A_{620} * 100/IC'$) y tonalidad del color ($T = A_{420}/A_{520}$).

Determinación de compuestos polifenólicos

Índice de polifenoles totales (IPT)

Se obtuvo midiendo la absorbancia de los productos a 280 nm, considerando que el núcleo bencénico característico de los compuestos polifenólicos, tiene a esta longitud de onda, un máximo de absorbancia, debida principalmente a sustancias derivadas de flavononas. Es importante considerar que a esta longitud de onda, vibran, también, compuestos con dobles enlaces carbono – carbono y carbono – oxígeno. La lectura se tomó, luego de diluir la muestra con agua destilada en una proporción de 1:100 y centrifugar durante cinco minutos a 3000 gravedades, acuerde con el método descrito por Durán y Trujillo (2008).

Polifenoles totales por Folin-Ciocalteu (PPT)

Se determinó por espectrofotometría, siguiendo la técnica propuesta por Navarro *et al.* (2006), en la cual la oxidación de los fenoles

presentes en la muestra, causan la aparición de una coloración azulada con máxima absorción a 765 nm, procedimiento que según Pérez (2010) elimina la interferencia del ácido ascórbico y de los azúcares. Los resultados fueron expresados en equivalentes de ácido gálico (EAG/g), utilizando la curva de calibración, $A = 0,0075C + 0,138$ con $r^2 = 0,9743$, donde A es la lectura de absorbancia y C la concentración de ácido gálico.

Contenido de antocianos (At)

Se estableció espectrofotométricamente con el método propuesto por Durán y Trujillo (2008), el cual se basa en la decoloración de las moléculas antociánicas con bisulfito de sodio, reactivo que reacciona con el catión flavilio, probablemente sobre el carbono dos, formando un producto incoloro. La lectura de absorbancia se realiza a 520 nm, después de 20 minutos de adición de reactivos; la lectura se aplica tanto a la muestra como a una solución testigo (blanco de reactivos) y se calcula como antocianos totales (At), así: $At (mg/l) = 875 (A_{\text{testigo}} - A_{\text{muestra}})$.

Diseño experimental y análisis estadístico

Se planteó como hipótesis nula que el contenido polifenólico de productos elaborados

Tabla 1. Formulación de los productos (porcentajes).

	Refresco	Néctar	Jalea	Compota	Mermelada
Pulpa de mora	10,00	22,00	35,00	45,00	50,00
Agua	74,80	59,00	29,00	24,00	4,00
Azúcar	9,20	13,00	30,00	20,00	40,00
Almidón	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00
Hierbabuena	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Manzanilla	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Sábila	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00

con mora (*Rubus glaucus*, Benth), sábila (*Aloe barbadensis*, Miller), hierbabuena (*Mentha piperita*, L.) y manzanilla (*Matricaria chamomilla*, L.) no se ve afectado por el procesamiento ($H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_k$) y para su validación, se utilizó un diseño completamente aleatorizado con dos repeticiones, teniendo en cuenta que las unidades experimentales son muy homogéneas. Los datos se reportaron como la media $\pm$ la desviación estándar. Las variables cuantitativas, se evaluaron mediante gráficas dispersión y medidas de correlación; las variables cualitativas, mediante diagramas de barras y medidas de asociación. Los resultados se sometieron a análisis de varianza ($p \leq 0,05$) y cuando se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey.

Resultados y discusiones

Caracterización fisicoquímica

Para evidenciar que las materias primas y los productos procesados se encontraban dentro de los rangos establecidos por la legislación, con relación a °Brix, pH y porcentaje de acidez, se procedió a caracterizar cada una de estas. La

tabla 2 resume las propiedades fisicoquímicas y permite establecer, según la NTC 4106, que la mora tenía un índice de madurez igual a 4,98; es decir, presentaba una madurez adecuada para consumo que garantiza equilibrio entre ácidos y azúcares. De igual forma, los productos obtenidos cumplieron con los parámetros establecidos.

Ahora bien, para establecer cambios de coloración, producto del proceso, se evaluaron las características cromáticas: intensidad colorante (IC'), composición y tonalidad (T).

La primera se obtuvo para cada una de las materias primas y productos trabajados. La figura 1 muestra que la hierbabuena es la materia prima con mayor intensidad colorante y la sábila la de menor. En cuanto a los productos finales, el refresco y el néctar ostentan respectivamente 48,69 y 50,05% de la intensidad colorante de la pulpa de mora, mientras que la compota, jalea y mermelada alcanzan, en su orden, porcentajes de 118,27, 124,80 y 141,50. En la figura 2, se evidencia una relación polinómica, superior a la teórica, entre el porcentaje de fruta y la intensidad colorante.

El análisis de varianza indica que la intensidad colorante se afecta significativamente con el

Tabla 2. Caracterización de materias primas y productos.

Producto		° Brix	pH	Acidez
Materia prima	Mora	8,0 $\pm$ 0,2	3,58 $\pm$ 0,23	2,30 $\pm$ 0,34
	Hierbabuena	1,0 $\pm$ 0,1	5,78 $\pm$ 0,21	0,06 $\pm$ 0,02
	Manzanilla	1,2 $\pm$ 0,1	6,30 $\pm$ 0,18	0,06 $\pm$ 0,03
	Sábila	0,0 $\pm$ 0,0	5,10 $\pm$ 0,19	0,03 $\pm$ 0,0
Productos	Refresco	11 $\pm$ 0,3	3,53 $\pm$ 0,21	0,37 $\pm$ 0,02
	Néctar	15 $\pm$ 0,2	3,43 $\pm$ 0,19	0,62 $\pm$ 0,05
	Compota	30 $\pm$ 0,2	3,32 $\pm$ 0,12	0,94 $\pm$ 0,04
	Jalea	55 $\pm$ 0,4	3,37 $\pm$ 0,22	0,69 $\pm$ 0,05
	Mermelada	60 $\pm$ 0,3	3,39 $\pm$ 0,19	1,07 $\pm$ 0,04

proceso de cocción; y la prueba de Tukey determina que esta intensidad no presenta diferencia significativa entre la jalea y la compota, ni entre el refresco y el néctar. En consecuencia, los tratamientos de pasteurización originan productos menos intensos que los de evaporación.

Con respecto a la composición del color, en la materia prima, predomina el color amarillo mientras que en los productos terminados, sobresalen tanto el amarillo como el rojo. Esta composición puede deberse a la presencia de carotenoides, antocianinas y flavonoides, sustancias que de acuerdo con Cissé *et al.* (2009), Salamanca *et al.* (2011) y Jiménez *et al.* (2011) presentan estabilidad relativa a la temperatura y se degradan al incrementar el tiempo de procesado.

Finalmente, al evaluar la tonalidad (figura 3), se encontró que ésta disminuye al aumentar el contenido de sólidos solubles y la prueba comparativa de Tukey indicó que existe diferencia significativa entre las tonalidades de los productos sometidos a evaporación y los sometidos a pasteurización.

Compuestos polifenólicos

Índice de polifenoles totales (IPT)

La figura 4 muestra el contenido de polifenoles totales establecidos a 280 nm e indica que la hierbabuena es el producto con mayor IPT y la que sábila no tiene. Incrementa, al incrementar en los productos, el contenido de sólidos solubles (coeficiente de correlación de 0,9360), el contenido de pulpa ($r = 0,9090$) y la relación de acidez titulable ($r = 0,8522$).

El análisis de varianza determinó que existen diferencias significativas entre los tratamientos; entonces, el tipo de procesamiento térmico origina cambios en el índice de polifenoles totales y de la prueba de Tukey, se infiere que no hay diferencias significativas entre los IPT's de la jalea y la compota, ni entre los IPT's del néctar y el refresco.

Polifenoles totales por Folin-Ciocalteu (PPT)

En la figura 5 se observa que este método detecta la presencia de polifenoles en la sábila

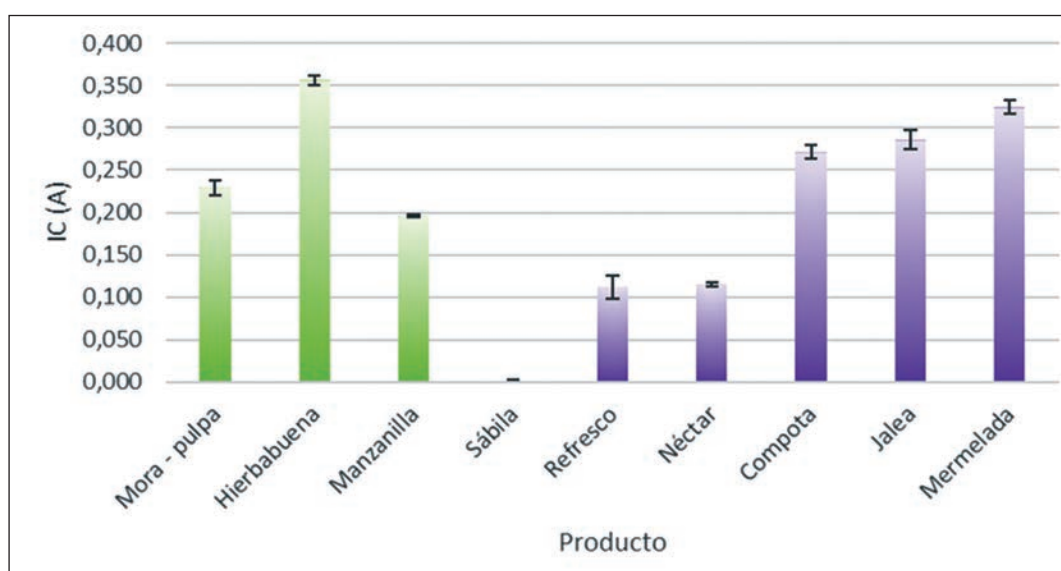


Figura 1. Intensidad colorante de materias primas y productos.

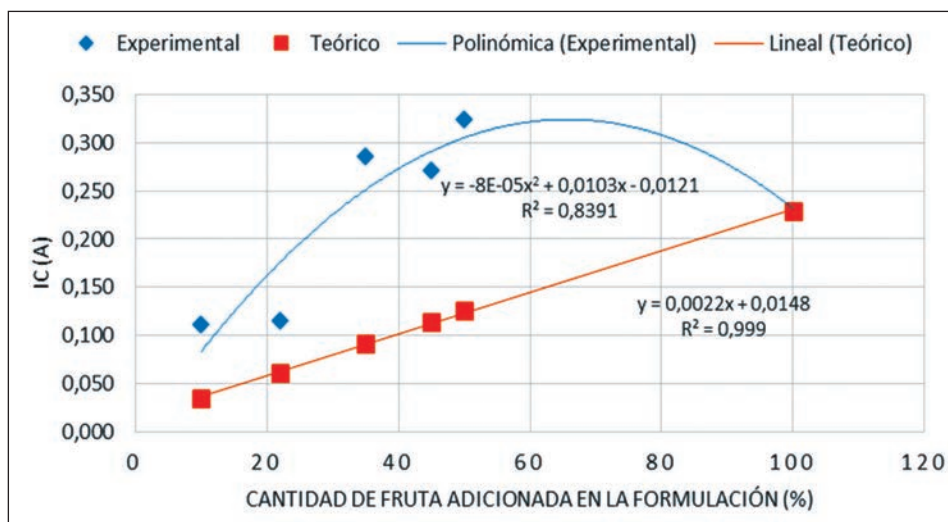


Figura 2. Efecto del contenido de fruta sobre la intensidad colorante.

(24,20 EAG/g), contrario a lo detectado en el método de IPT. El contenido de polifenoles en los productos, presenta correlación con el porcentaje de acidez ($r = 0,9577$) para el rango de 0,37 a 1,07 % de ácido cítrico; al igual que el porcentaje de pulpa ($r = 0,9652$), el cual crece con una pendiente de 0,7755.

De acuerdo con el análisis de varianza, el contenido de PPT se afecta significativamente con el tipo de procesamiento. La prueba de Tukey indica que no hay diferencia significativa entre los PPT presentes en la compota y en la jalea, ni entre los presentes en el néctar y la pulpa. Es de notar que estos valores están por debajo de lo encontrado

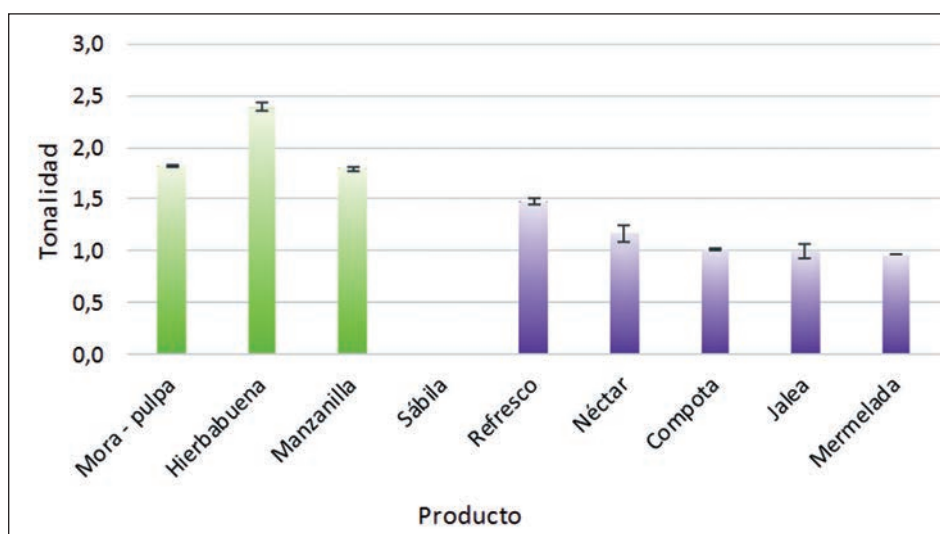


Figura 3. Tonalidad de materias primas y productos elaborados.

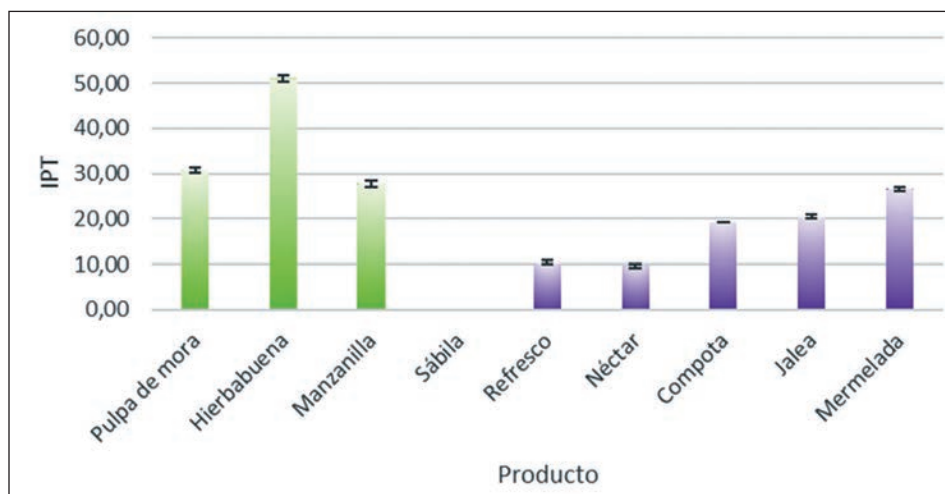


Figura 4. Contenido de polifenoles totales en materias primas y productos.

por Pérez (2010), por Dai *et al.*, (2009) y Angulo (2013) para mora y sus derivados y presentan un comportamiento contrario a lo encontrado por Marquina *et al.* (2008) para la transformación de pulpa de guayaba en mermelada.

Contenido de antocianos (At)

En la figura 6 se observa que ninguna de las plantas aromáticas y medicinales reporta contenido de antocianos, luego éste tipo de estructuras, en los productos finales, proviene de la mora y en consecuencia, su contenido está directamente relacionado con el porcentaje de pulpa utilizado en la formulación ($r^2 = 0,9711$) y con la acidez titulable ($r^2 = 0,8889$).

Es de anotar que la concentración de estos fitonutrientes, encontrada en la materia prima, es el doble de la relacionada por Arozarena *et al.* (2012), las dos terceras partes de la hallada por Cissé *et al.* (2009) y sensiblemente igual a la reportada por Dai *et al.* (2009)

El análisis de varianza indica que los antocianos se ven afectados significativamente con el tipo de procesamiento y la prueba de Tukey corrobora que hay diferencia significativa en el contenido de estas biomoléculas y cada uno de los

productos evaluados, contrario a lo reportado por Rodríguez – Pérez *et al.* (2010) para productos elaborados con zarzamora.

De otro lado, el efecto de los procesos de pasteurización y evaporación sobre la relación antocianinas – color (viraje de tonalidades amarillas a rojas), puede explicarse bien por la formación de grupos metóxilo, o bien por la acilación con ácidos orgánicos (málico, acético, malónico, succínico, oxálico, p-cumárico, caféico, ferúlico, sinápico, o/p-hidroxibenzoico o gálico) de los residuos de azúcar de la molécula antociánica; puesto que el tipo de sustitución glicosídica y de acilación, producen, de acuerdo con Garzón (2008), efectos en el tono de las antocianinas. De otro lado, como el pH de los productos es del orden de 3,3 – 3,4; es posible que gran parte de las antocianinas se encuentre en su forma más estable (ión oxonio o catión flavilio) de color rojo.

Conclusiones

De las tres plantas aromáticas y medicinales evaluadas en fresco, la hierbabuena posee el mayor valor en el índice de polifenoles totales (51,56) y en consecuencia, pueden incluirse en

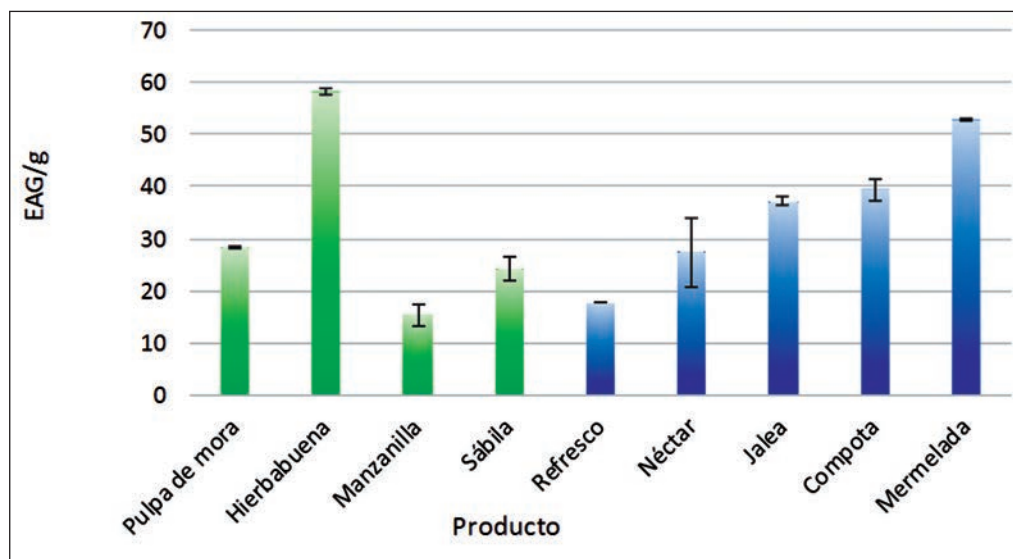


Figura 5. Contenido de polifenoles (Folin Ciocalteu) en materia prima y productos.

otras matrices alimentarias para enriquecerlas en polifenoles.

El tipo de procesamiento térmico origina cambios en el IPT y en los PPT sin diferencia significativa entre la jalea y la compota.

El porcentaje de acidez influye directamente en los polifenoles totales del producto, con correlación de 0,92 y presenta un incremento de 46,313 EAG/g de ácido cítrico.

Hay correlación directa entre los compuestos fenólicos y el porcentaje de pulpa de los productos, incrementando en 0,4 el contenido fenólico por cada unidad de pulpa adicionada.

El tipo de procesamiento térmico origina cambios químicos en el contenido de antocianos de los productos estudiados, los cuales pueden ser de sustitución glicosídica y/o de acilación.

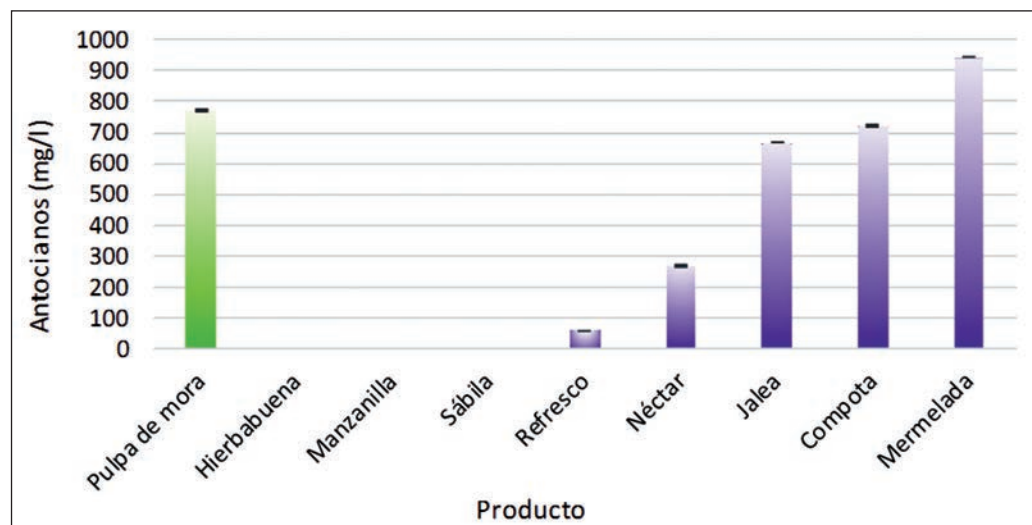


Figura 6. Contenido de antocianinas en la materia prima y en los productos.

Referencias bibliográficas

- Aguilera, M. Caracterización y estabilidad de las antocianinas de higo (*Ficus carica* variedad Misión), cultivado en ciudad Lerdo Durango, México. Trabajo requisito para obtener el grado de Doctor en Ciencias con Acentuación en Alimentos. Universidad Autónoma de Nuevo León. México, 2009; 138 p.
- Angulo, J. B. Efecto de la radiación UV-C sobre el contenido de compuestos antioxidantes de mora de castilla (*Rubus glaucus*) sin espinas. Trabajo previo a la obtención del título de Ingeniera de Alimentos. Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito, 2013; 99 p.
- Araujo, L., Buitrago, D., Marquina, M., Morales, N., Méndez, G., Pernía, T., Sosa, M. Comparación de la actividad anti-inflamatoria de los polifenoles presentes en las futas; Mora (*Rubus fruticosus* B.), Fresa (*Fragaria vesca* L.) y Grapefruit (*Citrus paradisi* M.). Revista de la Facultad de Farmacia. 2002; 44: 64 – 69.
- Arozarena, Í., Ortiz, J., Hermosín, I., Urretavizcaya, I., Salvatierra, S., Córdava, I., Marín, M. R., Noriega, M. J. y Navarro, M. Color, ellagitannins, anthocyanins, and antioxidant activity of andean blackberry (*Rubus glaucus* Benth.) wines. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2012; 60: 7463 – 7473.
- Cardona, J. O. y Barrientos, J. C. Producción, uso y comercialización de especies aromáticas en la región Sumapaz, Cundinamarca. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. 2011; 5 (1): 114 – 129.
- Cissé, M., Vaillant, F., Acosta, O., Dhuique-Mayer, C., Dornier, M. Thermal degradation kinetics of anthocyanins from blood orange, blackberry, and roselle using the Arrhenius, Eyring, and Ball models. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2009; 57 (14): 6285 – 6291.
- Codex Stan 1-1985. (Rev. 1-1991). Norma General para el Etiquetado de los Alimentos Preenvasados. 1991.
- Codex Stan 247-2005. Codex General Standard for Fruit Juices and Nectars. 2005.
- Codex Stan 296-2009. Norma del Codex para las confituras, jaleas y mermeladas. 2009.
- Collado, J. Identificación de los polifenoles en zumos de frutas rojas. Tesis para optar el título Máster en Ingeniería Ambiental y de Procesos Químicos y Biotecnológicos. Universidad Politécnica de Cartagena. Cartagena. 2011; 151 p.
- Dai, J., Gupte, A., Gates, L. y Mumper, R. J. A comprehensive study of anthocyanin-containing extracts from selected blackberry cultivars: Extraction methods, stability, anticancer properties and mechanisms. Food and Chemical Toxicology. 2009; 47: 837 – 847.
- Domínguez, R. N., Arzate, I., Chanona, J. J., Welti, J. S., Alvarado, J. S., Calderón, G., Garibay, V. y Gutiérrez, G. F. El gel de *Aloe vera*: Estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria. Revista Mexicana de Ingeniería Química. 2012; 11 (1): 23 – 43.
- Durán, D. y Trujillo, Y. Estudio comparativo del contenido fenólico de vinos tintos colombianos e importados. Vitae. 2008; 15 (1): 17 – 24.
- Garzón, G. Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: Revisión. Acta Biológica Colombiana. 2008; 13 (3): 27 – 36.
- González, G. H., Agudelo, D. A. y Salamanca, Z. A. Evaluación de la actividad antioxidante de extractos grasos del balú (*Erythrina edulis*) sobre dos matrices alimenticias. Revista de Investigaciones de Uniagraria. 2013; 1 (1): 103 – 111.
- González, M. E. Efecto del estrés hídrico en hierbabuena (*Mentha piperita*) sobre polifenoles y capacidad antioxidante de infusiones. Tesis para obtener el título de Ingeniero Químico en Alimentos. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, México, 2013; 79 p.

- Instituto Colombiano de Normas Técnicas – ICONTEC. NTC 4106. Frutas frescas. Mora de Castilla. Especificaciones. Santafé de Bogotá, 1997; 13 p.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas – ICONTEC. NTC 4623. Productos de frutas y verduras. Determinación de la acidez titulable. Santafé de Bogotá, 1999; 10 p.
- Jiménez, D. M., Ortega, A. E., Lozada, J. D., Pérez, M.C. I., Vernon, E. J. y Welte, J. Color and chemical stability of spray-dried blueberry extrac using mesquite gum as wall material. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2011; 24: 889 – 894.
- López, L. F., Mejía, D., Gómez, J. A. y Albarra-cín, C. Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de plantas aromáticas, medicinales, condimentarias y afines con énfasis en ingredientes naturales para la industria cosmética en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Cámara de Comercio de Bogotá. Bogotá, 2009; 184 p.
- Marquina, V., Araujo, L., Ruiz, J., Rodríguez, A. y Vit, P. Composición química y capacidad antioxidante en fruta, pulpa y mermelada de guayaba (*Psidium guajava* L.), *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 2008; 8 (1): 98 – 102.
- Martínez, J. R., De Arpe, C., Urrialde, R., Fontecha, J., Murcia, M. A., Gómez, C. y Villarino, A. Nuevos alimentos para nuevas necesidades. Servicio de Promoción de la Salud. Instituto de Salud Pública. Consejería de Sanidad. España. 2003; 188 p.
- Ministerio de Salud. Resolución No. 11488 de 1984. Colombia. 1984.
- Ministerio de Salud. Resolución No. 15789 de 1984. Colombia. 1984.
- Ministerio de Salud. Resolución Número 7992 de 1991. Colombia. 1991.
- Moreno, M., Viloria, A., López, E. y Belén, D. Estabilidad de antocianinas en jugos pasteurizados de mora (*Rubus glaucus* Benth). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 2002; 52 (2), 181 -186.
- Muñoz, E. E., Rivas, K., Loarca, M. G., Mendoza, S., Reynoso, R. y Ramos, M. (2012). Comparación del contenido fenólico, capacidad antioxidante y actividad antiinflamatoria de infusiones herbales comerciales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 2012; 3 (3): 481 – 495.
- Navarro, A., Pinnoti, A., García, M. y Martino, M. Determinación de la capacidad antioxidante de los extractos vegetales sometidos a distintos procesos de conservación. Ponencia presentada en el XXII Congreso Interamericano de Ingeniería Química - V Congreso Argentino de Ingeniería Química. 2006.
- Ochmian, I., Oszmiański, J. y Skupień K. Chemical composition, phenolics, and firmness of small black fruits. *Journal of Applied Botany and Food Quality*. 2009; 83: 64 – 69.
- Paucar, M. A. Organogénesis directa *in vitro* a partir de exantomas de hojas de mora (*Rubus glaucus* Benth). Informe del Proyecto de Investigación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agropecuario. Sangolquí, Ecuador, 2011; 86 p.
- Pérez, A. Desarrollo de productos que generen valor agregado a partir de cultivos frutícolas subutilizados en América Latina. Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica. Costa Rica. Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le développement. Francia. 2010. Disponible en: www.cita.ucr.ac.cr/CITa/Documentos/.../A5-521.pdf
- Rodríguez - Durán, L., Valdivia, B., Contreras, J., Rodríguez, R. y Aguilar, C. Química y Biotecnología de la tanasa. *Acta Química Mexicana*. 2010; 2 (4), <http://www.postgradoeinvestigacion.uadec.mx/AQM/No.%204/AQM4quimica.html>

- Rodríguez – Pérez, M. A., Hernández, L. A., Madrigal, L. V., García, D. E., Vásquez, J. Y Velasco, S. Evaluación de antocianinas de la zarzamora (*Rubus eubatus*) en fruta y en conserva. XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Guanajuato, 2010; 1371 – 1379.
- Ruíz, M., Urueña, M. A. y Martínez, J. Situación actual y perspectiva del mercado de la mora. Economic Research Service. 2009; Disponible en: http://www.ard.org.co/ABC/Archivos/Mora_Lite.pdf
- Salamanca, G., Osorio, M. P. y Gutiérrez, P. A. Deshidratación y concentración de cremogenados de frutas tropicales mediante ventana refractiva. Presentado en VIII Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos. CIBIA, 2011; 8 p.
- Sierra, L. M. Efecto del tipo de procesamiento sobre el contenido fenólico de productos elaborados con mora (*Rubus glaucus*, Benth) y adicionado con sábila (*Aloe barbadensis*, Miller), hierbabuena (*Menta piperita*, L.) y manzanilla (*Matricaria chamomilla*, L.). Trabajo de grado para optar el título de Ingeniera de Alimentos. Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Bogotá. 2012; 100 p.