

Efecto de Diferentes Antioxidantes y Envases en Atributos Físico-Químicos y Sensoriales de Orellana Refrigerada

Saúl Dussán-Sarria*, Manuel A. Perea-Camayo y Jose I. Hleap-Zapata

Facultad de Ingeniería y Administración, Departamento de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. A.A. 237. Palmira, Valle del Cauca-Colombia. (e-mail: sdussan@unal.edu.co; mapereac@unal.edu.co; jihleapz@unal.edu.co)

* Autor a quien debe ser dirigida la correspondencia.

Recibido Feb. 6, 2019; Aceptado Abr. 10, 2019; Versión final Jun. 19, 2019, Publicado Dic. 2019

Resumen

Se describe y analiza el efecto de la aplicación de antioxidantes y de los envases en la conservación de orellanas (*Pleurotus ostreatus*), una seta comestible con elevado valor proteico. Este tipo de setas es altamente perecedero y sufre de un rápido oscurecimiento durante la postcosecha. Las orellanas enteras fueron tratadas con ácido ascórbico (1% p/v) y ácido cítrico (1% p/v), envasadas en bolsa de polietileno de baja densidad (PE), bandejas de poliestireno expandida (PES) más PVC y recipientes de polietileno tereftalato (PET). Se almacenaron a 5 ± 1 °C y 85 ± 5 % humedad relativa hasta por 17 días. Se evaluó las propiedades físico-químicas, de color y sensoriales. Los ácidos orgánicos aplicados mostraron una actividad antioxidante y en sinergia con el envase mantienen las propiedades evaluadas de la orellana. La orellana tratada con antioxidantes, acondicionada en envase PET y almacenada a 5 ± 1 °C y 85 ± 5 % de humedad relativa, mantiene su estabilidad durante 15 días.

Palabras clave: *Pleurotus ostreatus*; orellanas; seta comestible; Índice de oscurecimiento; calidad sensorial

Effect of Different Antioxidants and Packing on Physical-Chemical and Sensory Attributes of Oyster mushrooms at Cold Storage

Abstract

The aim this work was to describe the effect of the application of antioxidants and packing in the conservation of oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*), an edible mushroom with high protein value. This type of mushrooms is highly perishable and browning rapidly during postharvest. The whole oyster mushrooms were treated with ascorbic acid (1% w/v) and citric acid (1% w/v), packed in low-density polyethylene bags (PE), expanded polystyrene trays (PES) with PVC and polyethylene terephthalate (PET) containers. The mushrooms were stored at 5 ± 1 °C and 85 ± 5 % relative humidity, during 17 days. The physical-chemical, color and sensory properties were evaluated. The applied organic acids showed an antioxidant activity and in synergy with the packing, they maintain the evaluated properties of the oyster mushrooms. The oyster mushroom treated with antioxidants, conditioned in PET packing and stored at 5 ± 1 °C and 85 ± 5 % relative humidity, maintains its stability for 15 days.

Keywords: *Pleurotus ostreatus*; edible mushroom; browning index; sensorial quality

INTRODUCCIÓN

La seta orellana (*Pleurotus Ostreatus*) es uno de los hongos comestibles con mayor crecimiento productivo durante los últimos diez años debido sus propiedades nutricionales y elevado porcentaje de proteínas que permite reemplazar las de origen animal (Perlaza-Hurtado, 2017). La seta se produce normalmente en materia orgánica y se considera como alternativa de aprovechamiento de residuos agroindustriales a bajo costo (Gaitán-Hernández y Silva-Huerta, 2016). En Colombia no se tienen cifras exactas del consumo de orellana, ya que es un producto relativamente nuevo en el mercado nacional. No obstante, el mercado mundial de hongos comestibles representó el 0,10% de la producción. Por lo que se cree que el consumo mundial de orellana está en crecimiento, impulsado por la difusión de sus propiedades nutricionales y las preparaciones alimentarias (Rodríguez-Villamil y Mora-González, 2015). En el sector agroindustrial ha aumentado la necesidad de aplicar técnicas de procesamiento y conservación de este tipo de hongos comestibles porque se consideran productos con altas tasas de respiración y perecederos (Singh y Vaidya, 2016). Además, se caracterizan por tener un alto contenido de humedad (87% a 93%) y elevada actividad de agua (0,980 a 0,997), lo cual favorece su rápida descomposición después de ser cosechado (Ruiz *et al.*, 2010). En el caso particular de la orellana, llamada también champiñón ostra, la perecibilidad está definida en gran medida por el grado de oscurecimiento durante la comercialización (Cortés *et al.*, 2011; Ventura-Aguilar *et al.*, 2011). Se ha reportado el uso antioxidantes y atmosfera modificada para contrarrestar dichas reacciones adversas en vegetales, siendo los antioxidantes sintéticos los más utilizados como aditivos alimenticios para prevenir la rancidez y el pardeamiento enzimático debido a su alta funcionalidad, bajo costo y amplia disponibilidad (Dussán-Sarria *et al.*, 2017; Jafri *et al.* 2013).

Normalmente, los hongos comestibles son empacados en bandeja de poliestireno y recubiertos con una película de polietileno o cloruro de polivinilo (PVC), la cual es adherida al empaque, y se almacenan a 4 °C. (Villaescusa y Gil, 2003). Existen otros empaques que sirven como alternativa para la conservación de los alimentos, tales como el polietileno tereftalato (PET) y bolsa de polipropileno (PP), dado que retrasan el pardeamiento y reducen las pérdidas de peso (Cuevas-Mena, 2016). La atmosfera modificada ha sido la principal tecnología en la conservación de hongos comestibles, retrasa su senescencia y mantiene la calidad del producto durante el almacenamiento poscosecha (Villaescusa y Gil, 2003; Koushki *et al.*, 2011; Oliveiraa *et al.*, 2012; Jafri *et al.* 2013; Li *et al.*, 2013), sin embargo, debido a que los hongos comestibles tienen una alta tasa respiratoria, la modificación del espacio de cabeza del empaque se altera fácilmente de acuerdo con las propiedades de permeabilidad de las películas (Kamal *et al.* 2015). Los antioxidantes más utilizados en la industria agroalimentaria son el ácido ascórbico, porque posee la habilidad de reducir las quinonas a compuestos fenólicos antes de que éstas formen pigmentos oscuros (Alegria *et al.*, 2012) y el ácido cítrico, puesto que inactiva a la enzima PPO de algunas frutas y hortalizas al disminuir el pH del alimento. Además, forma un complejo con el cobre ubicado en el grupo prostético y así bloquea el sitio activo de la enzima (Rojas-Graü *et al.*, 2009). El objetivo de este estudio fue evaluar en la Orellana el efecto de la aplicación de antioxidantes y el uso de diferentes envases sobre sus características físico-químicas y sensoriales durante el almacenamiento refrigerado.

MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación, se describe el local, materia prima y la metodología seguida en la adecuación y almacenamiento de la Orellana, como también el análisis físico-químico del producto almacenado, la evaluación de color, el análisis sensorial, el diseño experimental y su análisis estadístico.

Local y materia prima

La experimentación se llevó a cabo en el laboratorio de Tecnología Frutas y Hortalizas de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira a una altura de 1.001 msnm. Fueron utilizados 11,25 kg de Orellana (*Pleurotus ostreatus*) obtenidos de productores del corregimiento El Bolo (Palmira, Valle del Cauca). La masa de cada Orellana varió entre 12 g y 25 g.

Adecuación y almacenamiento de la materia prima

Previamente al proceso y empaque, el producto se mantuvo durante 12 h a 5°C. Las orellanas fueron higienizadas a través de inmersión en solución de cloro a 50 ppm durante 3 minutos y drenadas en tamices durante 5 minutos. Posteriormente fueron seleccionadas y clasificadas en 3 grupos de tamaño uniforme buscando una adecuada presentación en cada empaque. El 50% del total del producto evaluado fue inmerso durante 5 minutos en solución antioxidante compuesta por ácido cítrico 1% (p/v) + ácido ascórbico 1% (p/v), posteriormente se dejaron drenar nuevamente durante 10 minutos. La otra mitad de producto se dispuso como testigo o control, es decir, sin aplicación de antioxidantes. En todos los tratamientos evaluados fueron acondicionados aproximadamente 125g de orellana en cada uno de los siguientes envases termoplásticos:

Bolsas de Polietileno de baja densidad PE con dimensiones 15 cm x 15 cm y calibre 70 μm , permeabilidad a 5°C al CO_2 de 107 $\text{cm}^3 \text{m}^{-2} \text{día}^{-1}$, O_2 de 39 $\text{cm}^3 \text{m}^{-2} \text{día}^{-1}$ y vapor de agua de 5,22 $\text{g m}^{-2} \text{día}^{-1}$. Este acondicionamiento fue realizado al vacío. Bandeja de Poliestireno Expandido PES (10 cm x 10 cm) envuelta con Poli-Cloruro de Vinilo (PVC), calibre 14 μm y permeabilidad a 5°C al O_2 de 7.892 $\text{cm}^3 \text{m}^{-2} \text{día}^{-1}$, al CO_2 de 4.600 $\text{cm}^3 \text{m}^{-2} \text{día}^{-1}$ y al vapor de agua de 25 $\text{g m}^{-2} \text{día}^{-1}$. Cajas de Polietileno Tereftalato PET (12 cm x 8 cm x 4 cm) y permeabilidad a 5°C al O_2 de 85.96 $\text{cm}^3 \text{m}^{-2} \text{día}^{-1}$, al CO_2 de 220 $\text{cm}^3 \text{m}^{-2} \text{día}^{-1}$ y al vapor de agua de 28,7 $\text{g m}^{-2} \text{día}^{-1}$. El producto acondicionado en cada envase fue mantenido bajo refrigeración a 5 ± 1 °C y 85 ± 5 % de HR durante 17 días.

Diseño experimental y análisis estadístico

Fue utilizado un diseño experimental completamente al azar en esquema factorial 2x3x5 representado por el factor antioxidantes (con antioxidantes y control), el factor empaque (PE, PES y PET) y el factor tiempo (periodos 7, 9, 12, 15 y 17 días). Cada empaque con el producto alimenticio fue considerado como la unidad experimental. Los tratamientos y sus denominaciones se observan en la Tabla 1. Los datos se procesaron en Microsoft Excel® 2010. Fue realizado el análisis de varianza ANOVA y la comparación entre medias de las propiedades evaluadas a través de la prueba Tukey ($p < 0,05$). Se utilizó el software estadístico SAS 9.2.

Tabla 1: Tratamientos definidos en el acondicionamiento de Orellana

Denominación	Tratamiento
CA-PE	Antioxidantes + Bolsa de polietileno (PE)
CA-PES	Antioxidantes + Bandeja de poliestireno expandido (PES) y policloruro de vinilo (PVC)
CA-PET	Antioxidantes + polietileno tereftalato (PET)
SA-PE	Control + bolsa de polietileno (PE)
SA-PES	Control + bandeja de poliestireno expandido (PES) y policloruro de vinilo (PVC)
SA-PET	Control + polietileno tereftalato (PET)

Análisis físico-químico

De cada empaque conteniendo 125 g de alimento se extrajeron 20 g de orellana, la cual fue triturada con ayuda de un mortero, se adicionaron 20 ml de agua destilada (1:1 p/v) y se filtró la mezcla. El filtrado fue utilizado para la determinación por triplicado de pH, sólidos solubles y acidez titulable en los días 7, 9, 12, 15 y 17. Para determinar el contenido de sólidos solubles (°Brix) se utilizó el método descrito por ICONTEC (1999a), para pH la metodología planteada por ICONTEC (1999b) y para acidez titulable, basada en el ácido málico (ICONTEC, 1999c).

Evaluación de color

El color se evaluó por triplicado los días 7, 9, 12, 15 y 17 de almacenamiento con ayuda del colorímetro Konica Minolta, modelo Chroma Meter CR-410 (Osaka, Japón). Se configuró un iluminante D65, ángulo de observación de 2° y calibración de equipo con una placa reflectora blanca ($L=97,58$, $a=0,16$ y $b=1,17$). Fueron registradas las siguientes coordenadas de estímulo en el sistema CIE Lab: L^* ($L^*=0$ [negro] y $L^*=100$ [blanco]), a^* ($-a^*$ =verde y $+a^*$ =rojo) y b^* ($-b^*$ =azul y $+b^*$ =amarillo). Con los valores de las coordenadas de color CIE $L^*a^*b^*$ fue cuantificado el índice de oscurecimiento o *browning index* (BI), utilizando la ecuación 1 y la ecuación 2 definidas por Lunadei *et al.* (2011), en donde un aumento del valor del índice BI significa mayor grado de oscurecimiento.

$$BI = 100(X - 0,31) / 0,17 \quad (1)$$

$$X = (a + 1,75L) / (5,645L + a - 3,012b) \quad (2)$$

Análisis sensorial

La evaluación sensorial afectiva fue realizada a través de la apariencia global en los días 0 y 15 de almacenamiento con un grupo de 30 jueces no entrenados con edades entre 20 y 30 años. Fue utilizada la escala hedónica afectiva de 5 puntos que define el grado de satisfacción donde: 1 = no me gusta, 2 = me

disgusta ligeramente, 3 = ni me gusta ni me disgusta, 4 = me gusta ligeramente, 5 = me gusta mucho. Las orellanas se consideraron sensorialmente aceptables con notas iguales o superiores a 3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presenta los resultados y la discusión respectiva de los análisis realizados a la Orellana durante su conservación refrigerada. Esto se hace en tres subsecciones: Propiedades físico-químicas, evaluación de color y análisis sensorial.

Propiedades físico-químicas

En la Figura 1 se observa la evolución de los valores de pH de la orellana con y sin aplicación de antioxidantes con cierta tendencia al aumento durante el almacenamiento refrigerado. La orellanas tratadas con antioxidantes (CA) (Figura 1a), presentaron valores medios de pH inferiores a las orellanas sin antioxidantes (SA) (Figura 1b) ($p < 0,05$). El valor medio de pH en los tres tratamientos CA resultó ser de $4,20 \pm 0,46$; mientras que el valor medio de pH de los tres tratamientos SA fue de $6,31 \pm 0,28$.

Los ácidos orgánicos utilizados como antioxidantes e inhibidores de oscurecimiento en la Orellana, son los responsables de que los valores de pH hayan resultado cercanos a 4,5, valor considerado adecuado en la estabilidad de los alimentos durante su conservación (Azeredo, 2004). Xiao *et al.* (2011) resaltan que el mecanismo de impregnación con ácidos orgánicos en materiales vegetales reduce el pH causando inhibición del crecimiento microbiano y la oxidación. La orellana CA-PET (Figura 1a) exhibió el menor valor de pH ($4,05 \pm 0,06$) en el día 15 de almacenamiento.

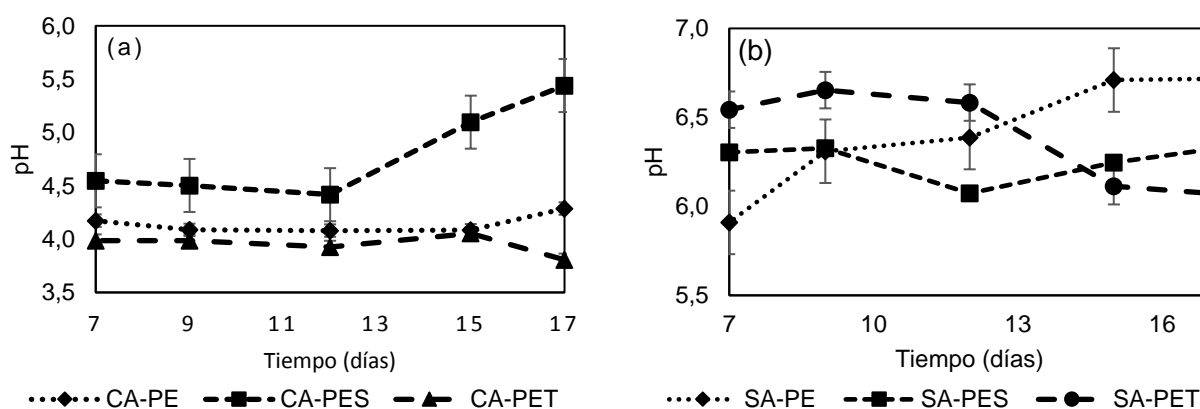


Fig. 1: Evolución de los valores de pH de orellana CA (a) y SA (b), almacenada a 5 ± 1 °C y 85 ± 5 % de HR

Durante el almacenamiento refrigerado la orellana presentó valores bajos y a su vez una disminución del contenido de sólidos solubles. Considerando los seis tratamientos evaluados, la variación del contenido de sólidos solubles fue de tan solo 1,8 a 1,3 °Brix (Figura 2), esto debido probablemente al efecto del frío y la atmósferas modificadas creadas por los envases que retrasan la maduración de los vegetales.

Los valores de la acidez titulable (AT) de la orellana CA y SA tuvieron una tendencia disminuir durante el almacenamiento (Figura 3), congruente con el aumento de los valores de pH. Las orellanas CA (Figura 3a) presentaron valores de acidez titulable estadísticamente superiores a las orellanas SA (Figura 3b) ($p < 0,05$), fenómeno ocasionado por el uso de ácidos orgánicos en el producto. Ruiz *et al.* (2010) reportaron un incremento de la acidez desde 0,20% hasta 0,59%, con la correspondiente reducción del pH de 6,5 a 4,2 en orellanas (*Pleurotus ostreatus*) tratadas con una solución de ácido ascórbico, ácido cítrico, sal, pectina de bajo metoxilo y calcio. El valor medio de AT de los tres tratamientos de la orellana CA resultó ser de $0,24 \pm 0,10$ %; mientras que el valor medio de los tres tratamientos de la orellana SA fue de $0,06 \pm 0,01$ %. La orellana CA-PET exhibió el mayor valor de acidez titulable ($0,37 \pm 0,01$ %) en el día 17 de almacenamiento y en el día 15 un valor de 0,25%. García *et al.* (2014) reportaron que la estabilidad microbiológica y conservación de las orellanas frescas se ve favorecida con un valor de la acidez titulable de 0,30%.

Evaluación de color

En todos los tratamientos evaluados los valores de luminosidad L^* tendieron a disminuir durante el almacenamiento refrigerado (Figura 4). En general las orellanas CA presentaron valores de luminosidad mayores que las orellanas SA ($p < 0,05$). La acción antioxidante de los ácidos orgánicos en sinergia con los envases utilizados, permitieron que las orellanas mantuvieran la luminosidad en su superficie. El empaque

PET y la bolsa de polietileno proporcionaron los mayores valores de luminosidad en el día 15 de almacenamiento, 82,91 y 81,67 respectivamente. Los cambios en la coloración de la orellana se relacionan con los cambios de las demás propiedades físico-químicas discutidos y obedecen a cambio fisiológicos ocasionados por la maduración y el almacenamiento (Ruiz *et al.*, 2010; Campo-Vera y Gélvez, 2011).

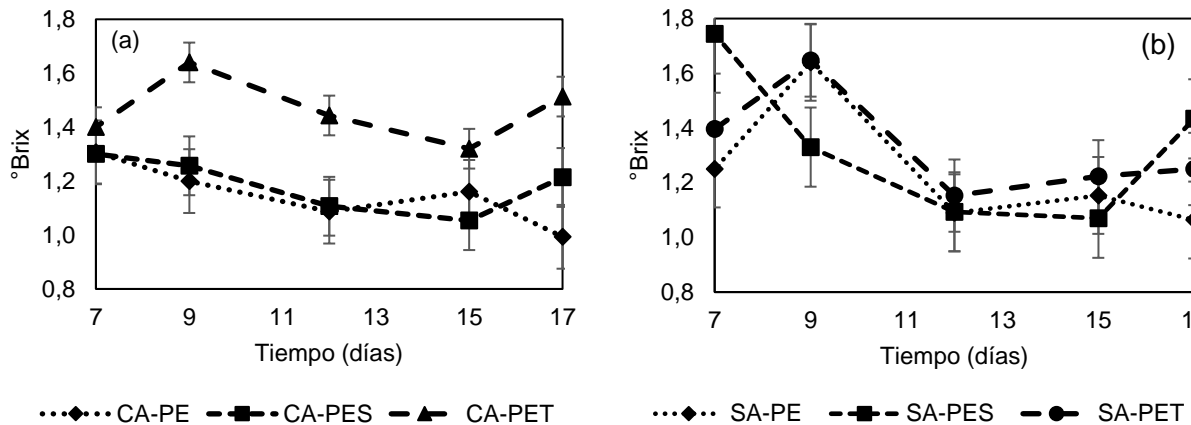


Fig. 2: Evolución de los valores de sólidos solubles de orellana CA (a) y SA (b), almacenada a 5±1 °C y 85±5 % de HR

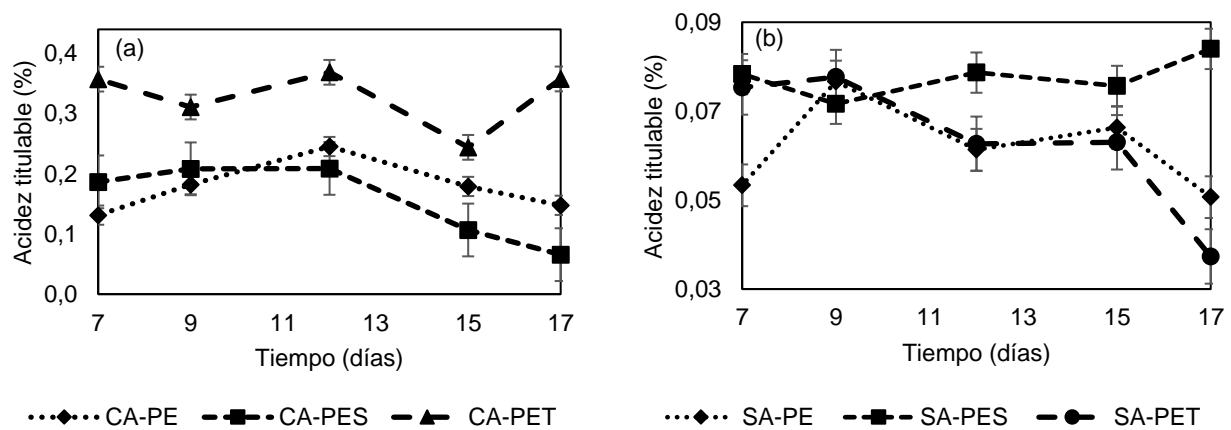


Fig. 3: Evolución de los valores de acidez titulable de orellana CA (a) y SA (b), almacenada a 5±1 °C y 85±5 % de HR

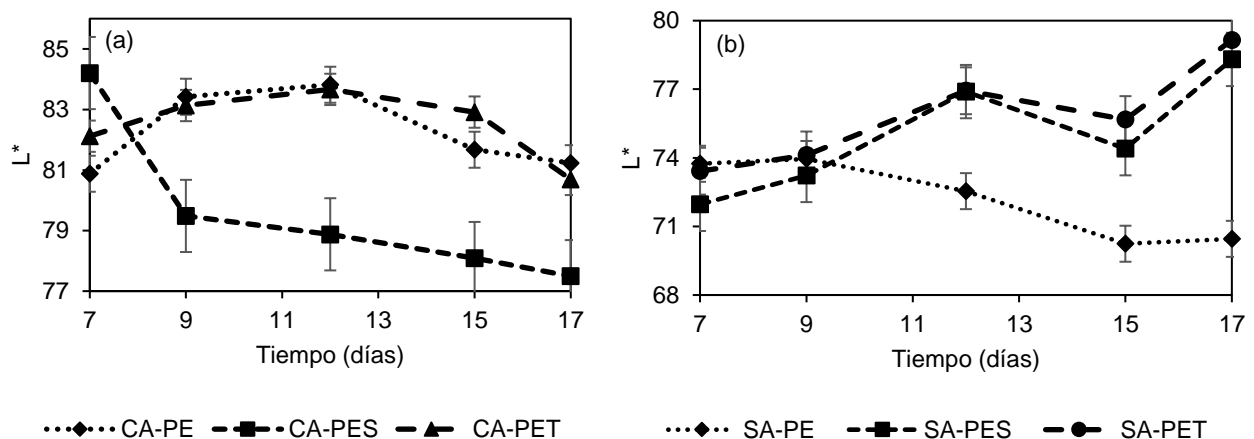


Fig. 4: Valores de L* de orellana CA (a) y SA (b), almacenada a 5±1 °C y 85±5 % de HR

Cortés *et al.* (2011) encontraron que los hongos de la especie *Pleurotus Ostreatus* envasados presentaron inicios de pardeamiento al final del almacenamiento, lo cual es causado por la disminución de L* (valores menores a 70) y el incremento de los valores de a* y b*. Las coordenadas de color a* y b* medidas en las orellanas tendieron a aumentar durante el almacenamiento (Figura 5 y Figura 6). Las orellanas envasadas en atmosferas modificadas, tienden a presentar coloraciones rojizas y amarillas (Ventura-Aguilar *et al.* 2011). La pérdida de luminosidad y el incremento de los valores a* y b* indicaron a su vez un aumento en el índice de oscurecimiento de la Orellana (Figura 7). Las orellanas tratadas con los ácidos orgánicos (Figura 7a) exhibieron menores valores de BI que las orellanas control (Figura 7b). A partir del día 15 de almacenamiento,

se presentó un incremento considerable del BI en todos los tiramientos evaluados, observación que seguramente fue el motivo por el cual a partir del día 15 el producto no fuera más sensorialmente aceptado y haya sido el periodo de tiempo límite en su conservación.

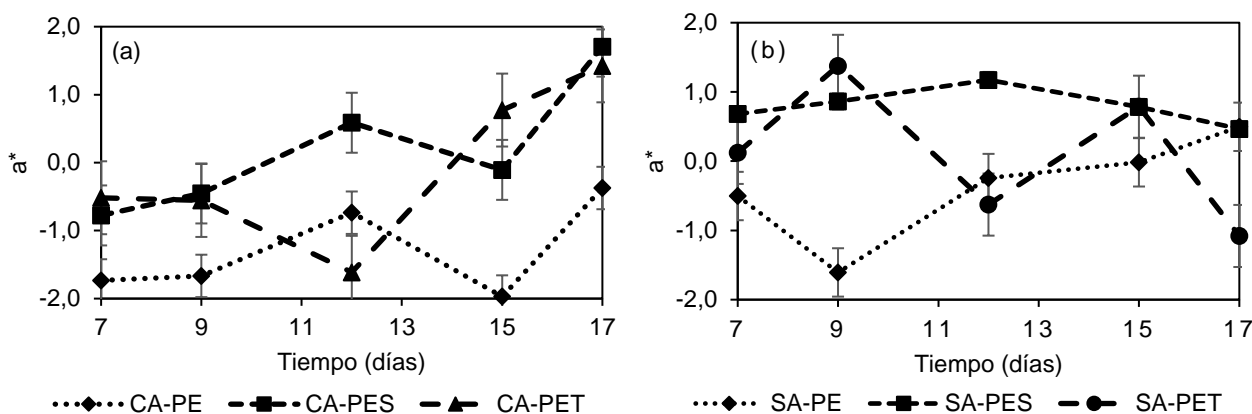


Fig. 5: Evolución de los valores de a* de orellana CA (a) y SA (b), almacenada a 5±1 °C y 85±5 % de HR

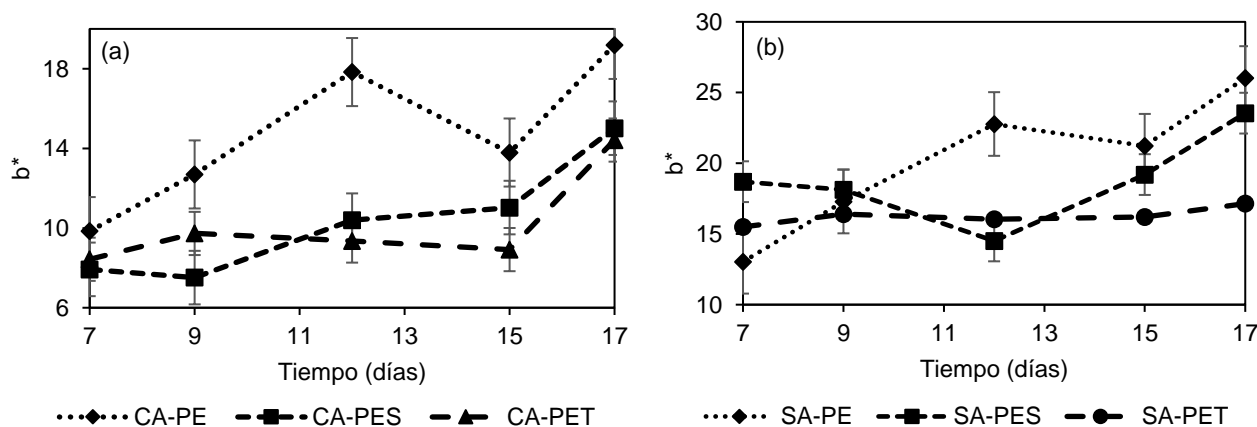


Fig. 6: Evolución de los valores de b* de orellana CA (a) y SA (b), almacenada a 5±1 °C y 85±5 % de HR

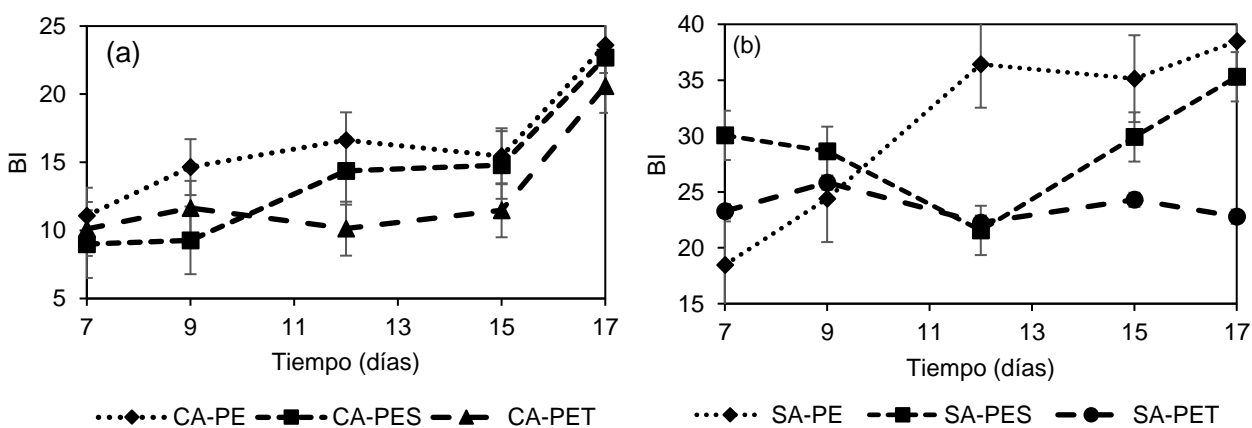


Fig. 7: Evolución de los valores de BI de orellana CA (a) y SA (b), almacenada a 5±1 °C y 85±5 % de HR

Entre los tratamientos con antioxidantes (CA) el envase PET fue la condición más adecuada para evitar el oscureciendo de la Orellana, presentando en el día 15 de almacenamiento un valor de BI de 8,92, valor estadísticamente diferente con los demás tratamiento en este mismo periodo ($p < 0,05$). Todos los materiales plásticos utilizados en el envasado de las orellanas presentaban algún nivel de permeabilidad a gases y vapor de agua, por tanto hubo un intercambio de oxígeno y de CO₂ lo que modifica la atmósfera alrededor del producto regulando en menor o mayor grado sus procesos fisiológicos, Cortés *et al.* (2011) y Jafri *et al.* (2013) afirman que la presencia de oxígeno alrededor de las orellanas permite el desarrollo de la reacción catalizada por la polifenoloxidasas denominada oscurecimiento enzimático.

Además del oscureciendo enzimático, la literatura reporta que cuando la orellana es acondicionada en atmósferas modificadas, la concentración de gases a su alrededor puede ser más importante que la propia temperatura de conservación. Li *et al.* (2013) destacan que las atmósferas modificadas con contenidos iniciales de 100% y 80% de O₂ tuvo un efecto beneficioso sobre la calidad sensorial y color de los hongos shiitake frescos, retardan la ocurrencia del metabolismo anaeróbico, aportan las mejores valoraciones de aroma si comparados con los hongos sin atmósfera modificada, además, la atmósfera con elevado contenido de oxígeno, a pesar de no reducir la tasa respiratoria del hongo, evitó el metabolismo de la fermentación con su consecuente acumulación de etanol y el acetaldehído. Por otro lado, otros autores encontraron que para champiñones se recomiendan atmósferas de 2,5 a 5% de CO₂ y de 5 a 10% O₂ (Koushki *et al.*, 2011; Oliveira *et al.*, 2012). Kamal *et al.* (2015) reportaron una vida útil de 12 días a orellanas acondicionadas ya sea en bolsa de polietileno, bolsa de polipropileno o en bandejas de poliestireno con PVC almacenadas a 5±1 °C y afirman que la acumulación de CO₂ en una concentración mayor al 12% puede resultar en un severo oscureciendo del producto. El procesamiento mínimo es una tecnología que puede constituir una alternativa de conservación, pues permite el mantenimiento de la calidad a través de la inhibición y/o el control de microorganismos indeseables y de las reacciones químicas y enzimáticas que intervienen en la degradación (Sapata *et al.*, 2010). Por tanto, el uso de tratamientos químicos debe ser explorado junto con variaciones en las composiciones de gases y materiales de empaque para extender la vida útil de las orellanas.

Análisis sensorial

Hasta el día 15 de almacenamiento fueron obtenidas notas sensoriales iguales o superiores a 3 solamente por los tratamientos orellanas empacadas en la caja PET con antioxidante (CA-PET) y orellanas en la caja PET sin antioxidantes (SA-PET), los cuales presentaron notas sensoriales medias de apariencia global de 3,3 y 3,0 respectivamente.

Las orellanas correspondientes a los restantes 4 tratamientos presentaron notas de apariencia global iguales a tres solamente hasta los días de almacenamiento 9 y 12. La nota sensorial más elevada correspondiente a 3,3 obtenida en las orellanas CA-PET tiene correspondencia con lo discutido anteriormente sobre otras propiedades evaluadas, es decir, las orellanas en esta condición exhibieron menor valor de pH, mayor valor de AT, mayor valor de luminosidad (L*) debida al envase, mejores valores de las coordenadas a* y b*y, menor valor del índice de oscurecimiento (BI), en general con mejores atributos de color al día 15 de almacenamiento refrigerado. Estos indicadores demuestran el efecto positivo logrado con el uso de antioxidantes en las orellanas y la eficiente atmósfera modificada lograda por el envase PET, regulando los cambios en la maduración del producto y evitando el oscurecimiento originado por la oxidación enzimática del producto. Es de notar que a partir del día 9 de almacenamiento, dentro de los empaques bolsa de polietileno (PE) y bandeja de poliestireno con PVC (PES) se presentó líquido exudado, por lo que se sugiere que antes de envasar el producto impregnado se debe realizar un secado superficial a 4 °C, durante 3 horas aproximadamente Martínez-Soto *et al.* (2001).

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos del análisis físico-químico, evaluación de color y análisis sensorial de la orellana tratada con antioxidantes, empacada y almacenada bajo refrigeración, se concluyó: 1. La aplicación de ácidos orgánicos como el ácido ascórbico y el ácido cítrico, el envase en atmósfera modificada y el almacenamiento refrigerado tienen un efecto positivo en la estabilidad de la Orellana fresca; 2. Estas condiciones causan reducción de los valores de pH, aumento en los valores de acidez titulable, estabilidad en el contenido de sólidos solubles, retraso en el oscureciendo y mantenimiento de la calidad sensorial; 3. La orellana tratada con antioxidantes, acondicionada en envase PET y almacenada a 5±1 °C y 85±5 % de HR mantiene su estabilidad durante 15 días.

REFERENCIAS

- Alegria, C.; J. Pinheiro y otros tres autores. Fresh-Cut Carrot (Cv. Nantes) Quality as Affected by Abiotic Stress (Heat Shock and UV-C Irradiation) Pretreatments, doi: 10.1016/j.lwt.2012.03.013, Food Sci. Technol-Leb. 48(2), 197 – 203 (2012).
- Azeredo H. M. Fundamentos de Estabilidad de Alimentos, 1ª Ed., 195-196. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, Brasil (2004)
- Campo-Vera, Y. y V. M. Gélvez. Efecto de la Termosonicación sobre las Propiedades Físicoquímicas del Hongo Comestible (*Pleurotus Ostreatus*) Fresco Empacado al Vacío, Bistua, ISSN: 0120-4211 9(2), 55-63 (2011).
- Cortés, R.M., R. M., Ruiz y L. Henríquez. Influencia del Empaque y Envasado sobre las Propiedades Físicoquímicas del Hongo Comestible *Pleurotus Ostreatus*, Rev. MVZ Córdoba, ISSN: 0122-0268, 16 (2), 2593-2604 (2011).
- Cuevas-Mena, J. F. Cambios Físicoquímicos durante el Almacenamiento de Carambolo (*Averrhoa Carambola* L.) Mínimamente Procesado; Vitae, 23(Supl. 1), S806-S809 (2016).

- Dussán-Sarria, S., A. F. Gaona-Acevedo y J. I. Hleap-Zapata. Efecto del Uso de Antioxidantes en Plátano Verde Dominicano-Hartón (Musa AAB Simmonds) Cortado en Rodajas, doi: 10.4067/S0718-07642017000400002, Inf. tecnol., 28(4), 3-10 (2017).
- Gaitán-Hernández, R. y A. Silva Huerta. Aprovechamiento de Residuos Agrícolas Locales para la Producción de *Pleurotus* Spp., en una Comunidad Rural de Veracruz, México, Rev. Mex. Mic., ISSN: 0187-3180, 43, 43-47 (2016).
- García, P. A., W. Rodríguez, E. K. Chalarca-Gomez y A. Andrade-Zambrano. Estudio Microbiológico y Físicoquímico de Hongos Comestibles (*Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus pulmonarius*) Frescos y Deshidratados. Ingenierías & Amazonia, ISSN 1692-7389, 7(1), 41-47 (2014).
- ICONTEC: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. NTC 4624: Jugos de frutas y hortalizas. determinación del contenido de sólidos solubles. método refractométrico, 1-6, Bogotá, Colombia (1999a).
- ICONTEC: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. NTC 4592: Productos de frutas y verduras. determinación del pH, 1-4, Bogotá, Colombia (1999b).
- ICONTEC: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. NTC 4623: Productos de frutas y verduras. determinación de la acidez titulable, 1-6, Bogotá, Colombia (1999c).
- Jafri, M., A. Jha, D. S. Bunkar y R. C. Ram. Quality Retention of Oyster Mushrooms (*Pleurotus Florida*) by a Combination of Chemical Treatments and Modified Atmosphere Packaging, <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2012.10.002>, Postharvest Biology and Technology, 76, 112-118 (2013).
- Kamal, A. S., M., A. Khair y otros tres autores. Effect of Respiratory Gases (O₂; CO₂) on Shelf-Life of Fresh Oyster Mushrooms Packaged with different Sealable Polymeric Materials, doi: <https://doi.org/10.3329/bjsir.v50i3.25587>, Bangladesh J. Sci. Ind. Res., 50(3), 205-210 (2015).
- Koushki, M., S. K. Abras y otros cinco autores, Physico-Chemical Properties of Mushrooms as Affected by Modified Atmosphere Packaging and CaCl₂ Dipping, doi: 10.5897/AJAR11.734, African Journal of Agricultural Research, 6(24), 5414-5421 (2011).
- Li, Y., Y. Ishikawa y otros tres autores, *Effect of High-Oxygen Packaging on Respiratory Physiology and Sensorial Qualities of Fresh Shiitake Mushrooms (Lentinus edodes)*, doi: 10.5539/jfr.v2n6p89, Journal of Food Research, 2(6), 89-96 (2013).
- Lunadei, L., P. Galleguillos y otros tres autores, A Multispectral Vision System to Evaluate Enzymatic Browning in Fresh-Cut Apple Slices, doi: 10.1016/j.postharvbio.2011.02.001, Postharvest Biol Technol., 60(3), 225-234 (2011).
- Martínez-Soto, G., R., Ocaña-Camacho y O., Paredes-López. Effect of Pretreatment and Drying on the Quality of Oyster Mushrooms (*Pleurotus ostreatus*), doi: 10.1081/DRT-100103942, Drying Technol., 19(3-4), 661-672 (2001).
- Oliveira, F., M. J. Sousa-Gallaghera, P. V. Mahajana y J. A. Teixeira, Evaluation of MAP Engineering Design Parameters on Quality of Fresh Sliced Mushrooms, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2011.09.025, Journal of Food Engineering 108(4), 507-514 (2012).
- Perlaza-Hurtado, C. A., Plan de Negocio para la Creación de la Empresa Champi Orellana S.A.S., del Sector Económico Agropecuario de Varias Especies de Hongos Comestibles de Alta Calidad; Tesis de grado, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali, Colombia (2017).
- Rodríguez-Villamil, M. F. y J. D. Mora-González. Estudio de Factibilidad para un Proyecto de Producción y Exportación de Hongo Orellana, Producido en Santander; Tesis de Especialización, Escuela Internacional de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad de la Sabana, Bucaramanga, Colombia (2014).
- Rojas-Graü, M. A., R. Soliva-Fortuny y O. Martín-Belloso. Edible Coatings to Incorporate Active Ingredients to Fresh-Cut Fruits: A review, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.05.002>, Trends in Food Science and Technology, 20(10), 438-447 (2009).
- Ruiz, M. P., M. Cortés y L. E. Henríquez. Efecto de dos Atmósferas de Empaque en Hongos Comestibles (*Pleurotus Ostreatus* L.) Tratados Mediante Impregnación a Vacío Con Una Solución Conservante, Vitae, ISSN: 0121-4004, 17(1), 11-19 (2010).
- Sapata, M., C. Ramos y otros tres autores, Processamento Mínimo de Cogumelos do Género *Pleurotus*. Revista de Ciências Agrárias, ISSN 0871-018X, 33(2), 15-26 (2010).
- Singh, N. y D. Vaidya. Rationalization of Storage Atmospheric Composition of Freshly Treated White Button Mushroom (*Agaricus Bisporus*) Packed with Moisture Absorber, doi:10.18805/ajdfr.v35i4.6630, Asian J. Dairy Food Res., 35(4), 310-314 (2016).
- Ventura-Aguilar, R., M. T. Colinas-León, M. T. Martínez-Damián y S., Valle-Guadarrama. Atmósferas Modificadas, Frigo Conservación e Inhibidores de Oscurecimiento en Poscosecha de *Pleurotus Ostreatus*, Rev. Mex. De Cienc. Agric., ISSN: 2007-0934, 2(2), 197-206 (2011).
- Villaescusa, R. y M. I., Gil. Quality Improvement of *Pleurotus* Mushrooms by Modified Atmosphere Packaging and Moisture Absorbers, doi: 10.1016/S0925-5214(02)00140-0, Postharvest Biol. Tec., 28(1), 169-179 (2003).
- Xiao G, M. Zhang y otros tres autores. Extension of the Shelf-Life of Fresh Oyster Mushrooms (*Pleurotus Ostreatus*) by Modified Atmosphere Packaging with Chemical Treatments, doi: 10.5897/AJB08.974, African Journal of Biotechnology, 10(46): 9509-9517 (2011).