

Extractos de *Campomanesia lineatifolia* para el control del pardeamiento enzimático en papa mínimamente procesada

Campomanesia lineatifolia extracts for enzymatic browning control in minimally processed potato

Fecha de recepción: 30 de noviembre de 2016

Fecha de aprobación: 6 de mayo de 2017

Ángela María Otálvaro-Álvarez¹
Ludy Cristina Pabón-Baquero²
Margarita Rosa Rendón-Fernández³
María Patricia Chaparro-González⁴

DOI: <http://doi.org/10.19053/01228420.v14.n2.2017.7147>

Resumen

Los recubrimientos comestibles elaborados con extractos vegetales han resultado adecuados para alargar la vida útil de los productos mínimamente procesados. Este trabajo evaluó el uso de un extracto de champa (*Campomanesia lineatifolia* R&P) dentro de un recubrimiento comestible aplicado sobre papa (*Solanum tuberosum*) Diacol Capiro mínimamente procesada. Para ello se caracterizaron nueve extractos por HPLC-DAD, seleccionando para la elaboración del recubrimiento el extracto obtenido con mayor contenido de compuestos fenólicos (específicamente, ácido gálico 254.8 mg.kg⁻¹ de extracto seco). Luego, utilizando papa cortada en discos se evaluaron tres recubrimientos, en los cuales se varió la concentración del extracto seleccionado desde 0.5 % hasta 1.5 % p/v. Los discos de papa se almacenaron durante 10 días en refrigeración a 5 °C y 55 % de humedad relativa en bandejas de polipropileno, realizando durante este periodo el seguimiento de las coordenadas de color CIELAB. Los resultados permitieron establecer que el extracto de champa minimizaba la disminución en la luminosidad del producto durante su almacenamiento, sugiriendo un efecto positivo como inhibidores del pardeamiento. Asimismo, se estableció que el color natural del extracto afectaba el color del producto, situación que puede limitar sus aplicaciones a matrices en donde esto no sea inconveniente.

1 Ph. D. Universidad de La Salle (Bogotá D.C., Colombia). amotalvaro@unisalle.edu.co.

2 M. Sc. Universidad de La Salle (Bogotá D.C., Colombia). lupabon@unisalle.edu.co. ORCID: 0000-0002-8723-0436.

3 M. Sc. Universidad de La Salle (Bogotá D.C., Colombia). mrendon@unisalle.edu.co.

4 M. Sc. Universidad de La Salle (Bogotá D.C., Colombia). mchaparro@unisalle.edu.co.

Palabras clave: alimentos crudos; *Campomanesia lineatifolia*; champa; conservantes de alimentos; enzimas; producción agrícola.

Abstract

Edible coatings made from vegetable extracts have been found to be suitable for extending the shelf life of minimally processed products. This paper was carried out to evaluate champa extract performance (*Campomanesia lineatifolia* R & P) in an edible coating applied on Diacol Capiro potato (*Solanum tuberosum*) minimally processed. Thus, nine extracts were characterized by HPLC-DAD, by selecting the extract obtained with the highest content of phenolic compounds (specifically gallic acid 254.8 mg.kg⁻¹ dry extract) for the coating formulation.

Then, using potato slices, three coatings were evaluated, with different extracts concentration, ranging from 0.5 to 1.5 % w/v %. The potato slices were stored for 10 days in refrigeration at 5 °C and 55 % of relative humidity in polypropylene dishes. During the storage, the CIELAB color coordinates were measured. The champa extract minimized the product luminosity decrease, suggesting a positive effect as a browning inhibitor. In addition, was established that the color natural extract can affect the product color, which may limit its applications to matrices where the color does not represent a quality inconvenience.

Keywords: agricultural production; champa extract; *Campomanesia lineatifolia*; enzymes; food preservatives; raw foods.

Como citar:

Otálvaro-Álvarez AM., Pabón-Baquero LC., Rendón-Fernández MR., Chaparro-González MP. Extractos de *Campomanesia lineatifolia* para el control del pardeamiento enzimático en papa mínimamente procesada. *Rev. Cien. Agri.* 2017; 14(2): 39-48.

I. Introducción

La papa es uno de los productos de mayor producción y consumo en Colombia; en el 2014 alcanzó una producción de 2.758.741 t, en 144.177 ha cultivadas (1). Este tubérculo se caracteriza por ser empleado en la elaboración de diferentes preparaciones, razón por la cual se considera un alimento con potencial para el desarrollo de Productos Mínimamente Procesados (PMP). Sin embargo, este tipo de alimentos, es decir, productos frescos, lavados, cortados y envasados, que no son sometidos a tratamientos térmicos, pueden sufrir algunos cambios que, en el caso particular de la papa, se pueden traducir en la activación del metabolismo de los fenilpropanoides, que desencadena reacciones que conduce al pardeamiento de los tejidos, como respuesta al estrés mecánico. Estos cambios pueden verse reflejados en la degradación o pérdida de pigmentos respecto al vegetal fresco, y pueden ser determinados a partir del seguimiento de los parámetros de color L*, a*, b* del sistema CIELAB (2).

El pardeamiento generado por la oxidación es afectado por factores como la cantidad de oxígeno, la presencia de polifenoloxidasas (PPO) en el alimento y la temperatura de almacenamiento del producto. En ese sentido, para mitigar la oxidación en los PMP se han sugerido diferentes estrategias, como el uso de atmósferas modificadas, la inactivación de la PPO mediante el pH, la reducción de la temperatura en el almacenamiento –para disminuir la tasa de respiración– y la incorporación de aditivos acidulantes o antioxidantes (3). En este escenario, los antioxidantes de origen natural juegan un papel importante, debido a la inclinación de los consumidores por productos con menos contenido de sustancias sintéticas (4). Específicamente, los compuestos fenólicos de origen vegetal y sus aplicaciones en los alimentos han atraído la atención de diferentes investigaciones (5). A manera de ejemplo, se ha evaluado la acción antioxidante de sustancias de origen natural, como: galato de propilo, ácido cumárico, ácido ferúlico y ácido rosmarínico, apreciando una reducción en la oxidación lipídica en carnes y derivados (6). En otras matrices, como las frutas y hortalizas, en las cuales el

pardeamiento enzimático disminuye la calidad comercial, el valor nutritivo y la calidad sensorial de los productos, se ha sugerido el uso de sustancias como el extracto de té verde (7). De igual forma, se han utilizado extractos de diferentes subproductos de cebolla para inhibir la oxidación de matrices como el aguacate (8), y extractos de romero y orégano para la inhibición de la oxidación lipídica en diversos productos (9).

De otro lado, es importante mencionar que las frutas son una excelente fuente de componentes fenólicos, como se ha confirmado con extractos como el de la champa (*Campomanesia lineatifolia*), que es rico en compuestos como el ácido gálico, alcanzando concentraciones de fenoles totales de $5.272.51 \pm 424.89 \mu\text{gAG.g}^{-1}$ de pulpa liofilizada ($896.32 \pm 72.23 \mu\text{g AG.g}^{-1}$ de pulpa húmeda), lo que confirma el potencial de esta fruta para ser empleada como fuente de sustancias bioactivas con actividad antioxidante (10). En este contexto, este trabajo evaluó el potencial de los extractos de champa como aditivos naturales en el control de la oxidación (pardeamiento) en papa mínimamente procesada, con el fin de incrementar el conocimiento sobre una especie colombiana y sus posibles aplicaciones.

II. Materiales y métodos

Los extractos se elaboraron a partir de la pulpa de champa (*C. lineatifolia* R&P) procedente del municipio Miraflores (Boyacá-Colombia), ubicado en las coordenadas 5°11'47''N 73°08'40''O, la cual fue sometida a liofilización y a un proceso de extracción por reflujo, manteniendo una relación sólido:disolvente de 1:10 y empleando como disolventes agua, etanol (96 % p/v) y mezclas etanol (96 % p/v):agua (7:3), por un tiempo de 4 h, a temperaturas de 20, 50 y 70 °C (10). Los extractos obtenidos se caracterizaron por HPLC-DAD, utilizando la técnica de estandarización externa (11). Esta caracterización permitió la selección del extracto con mayor potencial como antioxidante (mayor contenido de fenólicos, especialmente de ácido gálico), que fue el utilizado para la evaluación de los recubrimientos.

La papa (*Solanum tuberosum*) empleada para la evaluación de los recubrimientos fue variedad Diacol Capiro, adquirida en la plaza de mercado Codabas, en Bogotá; su humedad inicial fue de 76.23 %, y su pH, 6.33. Esta fue adecuada mediante un proceso de lavado y desinfección (tratamiento con amonio cuaternario a 100 ppm por 3 min). Posteriormente, las papas se pelaron manualmente y se cortaron en discos de 5 mm de espesor y 1.5 cm de diámetro, considerados como unidades experimentales; estos se sumergieron en solución de hipoclorito de sodio a 200 mg.L⁻¹ durante 1 min, con el fin de eliminar la contaminación generada por la ruptura celular. Terminada la desinfección, los discos de papa se pusieron en contacto con la solución acuosa del recubrimiento, la cual se encontraba compuesta por glicerol (2 % p/v), aceite vegetal (1 % p/v), almidón (5 % p/v) y extracto de champa en una concentración variable: 0.5 % (T1), 1.0 % (T2) y 1.5 % (T3), dando lugar a tres tratamientos. Además, se evaluó un tratamiento control correspondiente al uso del recubrimiento sin la adición de extracto de champa (TSE) y un tratamiento considerado blanco, que correspondió a la papa mínimamente procesada sin recubrimiento (TB). La inmersión en las soluciones tuvo una duración de 1 min, tiempo después del cual los discos de papa se sometieron a secado con aire frío, para retirar el exceso de líquido antes de ser envasados y almacenados en refrigeración a una temperatura promedio de 50.2 ± °C y una humedad relativa del 55.2 ± % durante 10 días, tiempo durante el cual se realizó diariamente el seguimiento del color, empleando un colorímetro Hunterlab (registro de coordenadas L*, b* a*) por triplicado, tomando muestras aleatoriamente (12). Los resultados del seguimiento de las coordenadas de color se analizaron utilizando Minitab®, aplicando un ANOVA con un solo factor a un 95 % de nivel de confianza

y pruebas de comparación de Tukey. Por cada parámetro se desarrollaron dos análisis, uno correspondiente a la comparación entre TB y TSE, para evaluar el efecto del recubrimiento, y otro para evaluar el efecto de la concentración del extracto en los tratamientos en donde se emplearon recubrimientos (T1, T2, T3 y TSE).

III. Resultados y discusión

Los resultados correspondientes a la caracterización de los extractos por HPLC-DAD se presentan en la Tabla I; en estos se puede apreciar que el extracto obtenido utilizando como disolvente la mezcla etanol (96 % p/v)-agua (7:3), a una temperatura de 70 °C y un tiempo de extracción de 4 h, es el que presenta mayor contenido de ácido gálico (254.8 mg.kg⁻¹ de extracto seco), además de contar con la presencia de otras sustancias con actividad biológica importante, como teobromina (252.7 mg.kg⁻¹ de extracto seco), epigallocatequina galato (22.8 mg/kg de extracto seco) y ácido trans-cinámico (33.7 mg.kg⁻¹ de extracto seco). Y considerando investigaciones previas que han demostrado la relación entre la concentración de ácido gálico presente en extractos vegetales y su actividad antioxidante (5), se escogió el extracto antes mencionado para continuar con la evaluación de su potencial en los recubrimientos.

Estas observaciones coinciden con investigaciones previas, donde evaluando las mismas condiciones de extracción se observó que el extracto identificado con el código M70 era el que permitía alcanzar la mayor concentración de compuestos fenólicos, equivalente a 5272.56 ± 424.89 mg de AG.g⁻¹ de pulpa liofilizada, confirmando el potencial del mismo para ser utilizado como un antioxidante natural (10).

Tabla I. Caracterización de los extractos de champa (*Campomanesia lineatifolia*) por HPLC-DAD.











Código extracción	Disolvente	Temperatura (°C)	Concentración de los compuestos identificados (mg/kg de extracto)						
			Ácido gálico	Teobromina	Epigallocatequina-galato	Ácido trans-cinámico	Narigenina	Kaempferol	Ácido ursólico
E20	Etanol	20	173.1	241.0	14.5	149.4	-	-	-
E50	Etanol	50	161.3	326.5	48.9	149.5	135.2	21.9	-
E70	Etanol	70	149.7	317.2	26.6	109.3	401.8	22.6	-
M20	Mezcla etanol-agua (7:3)	20	235.0	275.7	-	62.7	-	-	-
M50	Mezcla etanol-agua (7:3)	50	80.3	150.2	-	-	-	-	-
M70	Mezcla Etanol-agua (7:3)	70	254.8	252.7	22.8	33.7	-	-	-
A20	Agua	20	138.7	194.1	-	-	-	-	-
A50	Agua	50	167.8	271.3	-	-	-	-	103.1
A70	Agua	70	128.4	140.8	-	-	-	-	-

En la Tabla I también se puede apreciar que la polaridad del disolvente es un factor sustancial en la extracción. Por esa razón, el uso de la mezcla etanol-agua favoreció la obtención de un extracto rico en ácido gálico, caracterizado por ser un compuesto de alta polaridad (12). En relación con el efecto de la temperatura sobre la composición química de los extractos, los resultados están acordes a lo mencionado por otros investigadores que indicaron que a temperaturas altas se favorece la extracción de teobromina (13). Es importante destacar la presencia de teobromina en el extracto, pues este es un compuesto que pertenece a la familia de las metilxantinas, que se encuentra en algunos frutos como el guaraná (4 %) y el cacao (1.5 %), y que se caracteriza por ser antagonistas de los receptores de adenosina, lo que permitiría sugerir el desarrollo de nuevos estudios dirigidos hacia el aprovechamiento de la champa en la obtención de pro-

ductos que estimulen el sistema nervioso central o que tengan acción diurética (14).

Respecto a la evaluación de los recubrimientos, se observó que al momento de realizar la inmersión de los discos de papa en las soluciones que contenían los extractos se afectaba el color natural del producto; en ese sentido, la formulación que presentaba la mayor concentración de extracto de champa dio lugar a un producto más oscuro; sin embargo, con el paso de los días los discos de papa que incluían el extracto en la formulación de su recubrimiento presentaban menor variación en su color respecto a la condición inicial que en el tratamiento empleado como blanco. Este fenómeno se puede apreciar en la Tabla II.

Tabla II. Efecto de los recubrimientos sobre el color de la papa mínimamente procesada durante el almacenamiento.

Tiempo (días)	TSE (recubrimiento sin extracto)	T1 (recubrimiento con adición extracto de champa al 0.5%)	T2 (recubrimiento con adición extracto de champa al 1.0%)	T3 (recubrimiento con adición extracto de champa al 1.5%)	TB (sin recubrimiento)
0					
10					

Analizando la información cualitativa que se presenta en la Tabla II, el tratamiento que le dio mejor apariencia al producto final fue el T3, que contenía mayor concentración de extracto (1.5 %). Este resultado es similar al obtenido en trabajos anteriores, donde se consiguió una inhibición elevada de la oxidación en papa mínimamente procesada con un agente natural antipardeante: el extracto de té verde (7). En cuanto al análisis de los datos colorimétricos, se observó que con el transcurrir del tiempo se afectó la luminosidad (L^*) del producto (este parámetro va decreciendo), comportamiento característico de la evolución del pardeamiento enzimático ocasionado por la oxidación del tejido de la papa. También fue posible establecer que en la papa mínimamente procesada que no tenía recubrimiento el descenso de este parámetro (L^*) fue más significativo que en el producto con recubrimiento. Estos resultados se presentan en la Figura 1.

La tendencia al descenso del parámetro L^* , que se inició desde el día 2 y se incrementó rápidamente

en el transcurso del tiempo para el tratamiento TB, está sustentada en la ruptura celular producida por el corte de la papa que origina que los grupos fenólicos del vegetal se pongan en contacto con la enzima polifenoloxidasas. Dicha enzima, al contener dos átomos de cobre en el sitio activo que catalizan las reacciones usando oxígeno como agente oxidante, genera la o-hidroxilación de monofenoles para producir o-difenoles y la posterior oxidación a o-quinonas (15). Adicionalmente, como la papa mínimamente procesada tiene un pH 6.33, este favorece la actividad de la polifenoloxidasas, que alcanza su máxima actividad a pH entre 5 y 7, según otros autores (7, 16). Asimismo, se observa en los resultados un comportamiento similar al obtenido en una investigación en la cual se estudiaron tres variedades de papa mínimamente procesada (Parda Pastusa, Pastusa Suprema e ICA Única), almacenadas en refrigeración, en donde se apreció una disminución en el color (luminosidad) en los 20 días de almacenamiento, que resultó más marcada en la variedad Parda Pastusa (17).

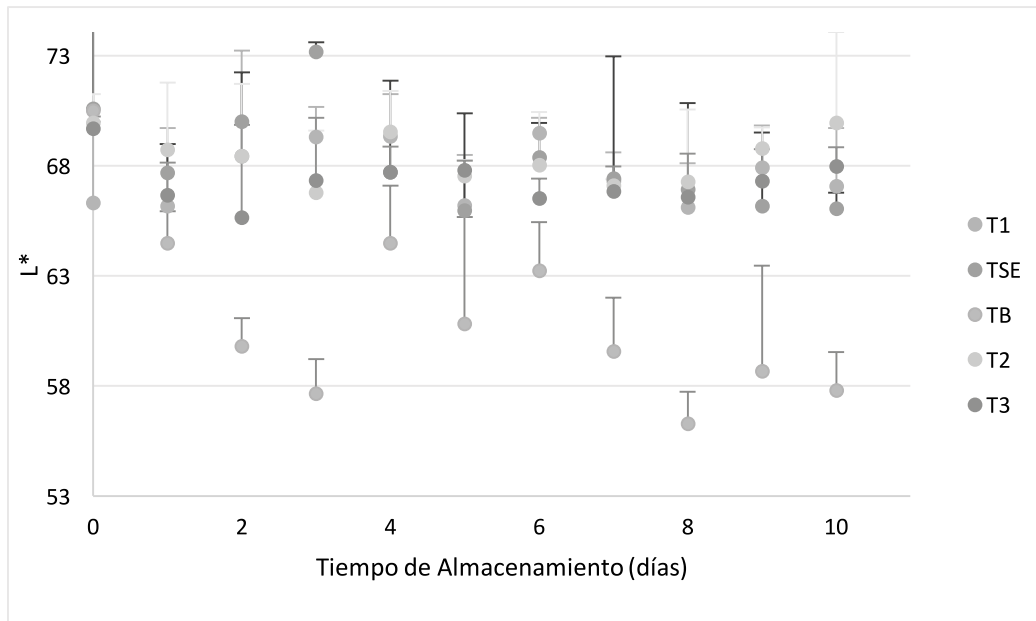


Fig. 1. Cambios en la luminosidad (L^*) de la papa mínimamente procesada durante su almacenamiento.

De otro lado, comparando los tratamientos TB y TSE al día de inicio de la evaluación, estos tuvieron una luminosidad (L^*) con medias cercanas a 70.5, y no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre estos tratamientos, a un 95 % de nivel de confianza ($p > 0.05$); sin embargo, al día 10 de tratamiento, al realizar el mismo análisis, sí se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$), que fueron confirmadas por la prueba de Tukey de agrupamiento, con un valor medio para el parámetro L^* de 66.05 para los discos con recubrimiento sin extracto (TSE) y un valor medio de 57.8 para los discos sin recubrimiento (TB). De este modo, se confirmó que el recubrimiento (sin incluir el extracto) permitía conservar el producto en mejores condiciones; este comportamiento puede asociarse a la presencia del almidón en la solución del recubrimiento, que cumple el papel de barrera para los gases, tal como lo sugirieron otros autores (18).

Luego de este análisis, se compararon los tratamientos TSE, T1, T2 y T3, es decir, todos aquellos que sí tenían recubrimiento, encontrando que al día cero y al día diez del almacenamiento no existieron diferencias significativas entre las medias correspondientes a la luminosidad " L^* " ($p > 0.05$); sin embargo, cuando se cuantifican las diferencias en este parámetro entre las condiciones inicial y final (ΔL^*), para cada uno de los tratamientos, se observa que en los que incluyen el extracto las variaciones son menores a 1.7, mientras que en el que no lo incluye es superior a 4.5.

En la Figura 2 se presentan los cambios en el parámetro a^* de la escala de color CIELAB durante el almacenamiento de la papa mínimamente procesada. La tendencia observada evidencia la aparición de tonalidades rojas sobre la superficie del producto cuando se inicia su oxidación.

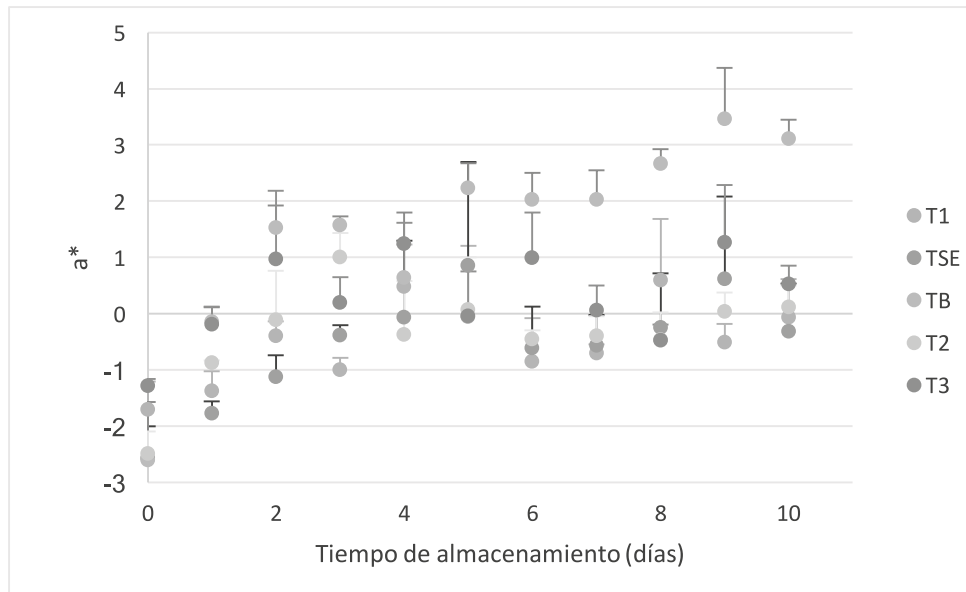


Fig. 2. Cambios en el parámetro a^* de la papa mínimamente procesada durante el almacenamiento.

Se aprecia que el valor de a^* , que marca la posición entre rojo y verde, va en aumento durante el tiempo de almacenamiento; esto coincide con los resultados del estudio realizado con las variedades de papa Spunta y Newen INTA mínimamente procesadas, donde se observó un oscurecimiento del producto durante el almacenamiento, relacionado con la intensidad de la tonalidad roja (19).

Realizando los análisis estadísticos para comparar el valor de a^* para los tratamientos TB y TSE al día inicial, se encontró, para ambos, medias cercanas a -2.6, y no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre estos ($p > 0.05$); sin embargo, al día 10 del almacenamiento sí se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$), alcanzando un valor medio para el parámetro a^* de -0.3 para los discos con recubrimiento (sin extracto) y un valor medio de 3.1 para los discos sin recubrimiento. De ese modo, se evidencia que el recubrimiento protege de la oxidación, pues evita la intensificación de los pigmentos rojizos sobre la superficie de la papa.

Luego de este análisis, se compararon los tratamientos que incluían los recubrimientos TSE, T1, T2 y T3. Se encontró que, al inicio del almacenamiento, el tratamiento T3 ($a^*:-1.27$) presentaba diferencias estadísticamente significativas con los demás tratamientos, especialmente con TSE ($a^*:-2.56$); esta diferencia es atribuida a la coloración natural del extracto, que generaba una pigmentación más rojiza en las papas que contenían mayor concentración de él. Esto sugiere que el extracto podría ser utilizado en matrices como las cárnicas, donde esta característica pueda aportar a mejorar las cualidades sensoriales del producto (color), mientras contribuye a evitar la oxidación lipídica que afecta estas matrices (20). Sin embargo, al día 10 del seguimiento no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre estos tratamientos ($p > 0.05$), lo que sugiere que a largo plazo el efecto del color del extracto no es tan marcado como al inicio del almacenamiento.

En cuanto a la coordenada " b^* ", su evolución durante el tiempo de almacenamiento se presenta en la Figura 3.

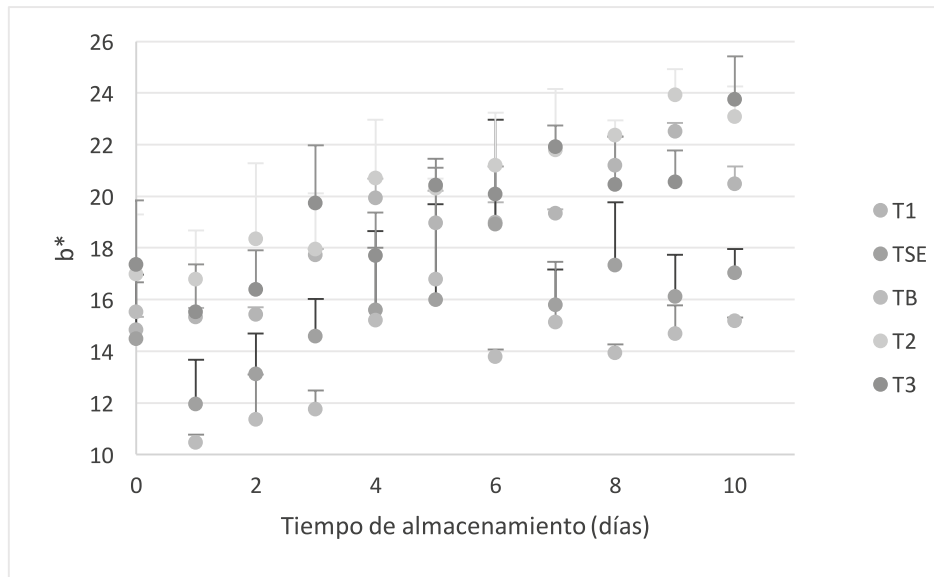


Fig. 3. Cambios en el parámetro b^* de la papa mínimamente procesada durante el almacenamiento.

El parámetro b^* marca la posición entre el amarillo y el azul, siendo los valores negativos indicativos de azul, y los valores positivos, de amarillo (7). Así, para los tratamientos T1, T2, y T3 se observa mayor tendencia al amarillo; esto pudo ser debido a la coloración propia que otorgan los polifenoles a la muestra. Específicamente, se ha comprobado que los flavonoides actúan como pigmentos naturales de tonalidad amarillenta (21).

En cuanto a la comparación de los tratamientos TB y TSE, al día inicial se tuvieron en ambos medias cercanas a 15 para el parámetro " b^* ", y no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre estos ($p > 0.05$); sin embargo, al día 10 de almacenamiento sí se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$), con un valor medio para el parámetro b^* de 17.05 para los discos con recubrimiento (TSE), y un valor medio de 15.2 para los discos sin recubrimiento (TB). Luego de este análisis se compararon los tratamientos TSE, T1, T2 y T3, encontrando que, mientras al inicio del almacenamiento no se presentaron diferencias significativas en este parámetro entre los tratamientos, al día final del almacenamiento sí se presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$). Y cuando se compararon las medias para el parámetro b^* de los tratamientos T1, T2 y T3 con la

del control (TSE), en todos los casos el valor del parámetro b^* en los tratamientos con extracto fue superior al del TSE, confirmándose el efecto de la coloración del extracto sobre el producto (aportaba tonos amarillos). Esto se corroboró mediante una prueba de Tukey de agrupamiento, que señala la diferencia entre el TSE y los demás tratamientos.

IV. Conclusiones

Los extractos de champa tienen compuestos bioactivos de interés para la industria alimentaria, como son el ácido gálico, la teobromina y el ácido trans-cinámico. El uso de estos extractos en diferentes recubrimientos para la conservación de papa mínimamente procesada permite mejorar los índices de reducción del parámetro de luminosidad, situación que se puede explicar a partir de la concentración de compuestos fenólicos como el ácido gálico, que poseen actividad antioxidante y pueden retardar el pardeamiento enzimático; sin embargo, se estableció que la coloración natural del extracto también puede afectar la coloración de las matrices alimentarias en que sea incorporado (aportando un color rojizo o amarillo a los productos), factor que se debe considerar para su aplicación.

Referencias

- (1) Agronet. Estadísticas Agroforestales 1987-2013. 2016. Disponible en: <http://www.agronet.gov.co/Paginas/estadisticas.aspx>.
- (2) Crosa MJ., Elichalt M., Skerl V., Cadenazzi M., Olazábal L., Silva R., Estellano G. Chips de papa, la fritura en vacío y beneficios para la salud. *Innotec*, 2014; 9: 70-74.
- (3) Saltos Y. Análisis de la conservación de papa fresca (*Solanum phureja*) como producto de IV gama usando extracto acuoso de propóleo. Tesis de Grado, Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia. Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2015.
- (4) Van Beek TA., Tetala KK., Koleva I., Dapkevicius A., Exarchou V., Jeurissen SM., Claassen EC., Van Der Klift A. Recent developments in the rapid analysis of plants and tracking their bioactive constituents. *Phytochemistry Reviews*. 2009; 8(2): 387-399. DOI: <http://doi.org/10.1007/s11101-009-9125-9>.
- (5) Porras-Loaiza AP., López-Malo A. Importancia de los grupos fenólicos en los alimentos. *Temas selectos de Ingeniería de Alimentos*. 2009; 3(1): 121-134.
- (6) Armenteros M., Ventanas S., Morcuende D., Estévez M., Ventanas J. Empleo de antioxidantes naturales en productos cárnicos. *Eurocarne*. 2012; 207: 63-73.
- (7) Tapiador-Zamorano MT. Efecto antipardeante del extracto de té verde en combinación con ácidos orgánicos sobre patata mínimamente procesada CV. Monalisa. Tesis de Maestría, Máster Universitario en Tecnología y Calidad en las Industrias Agroalimentarias. España: Universidad Pública de Navarra. 2014.
- (8) Roldán E., Sánchez-Moreno C., de Ancos B., Cano MP. Characterisation of onion (*Allium cepa* L.) by-products as food ingredients with antioxidant and antibrowning properties. *Food Chemistry*. 2008; 108(3): 907-916. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.11.058>.
- (9) Cintra RM., Mancini Filho J. Efeito antioxidante de especiarias: avaliação e comparação de métodos in vitro e in vivo. *Nutrire Rev. Soc. Bras. Aliment. Nutr.* 2001; 22: 49-62.
- (10) Muñoz W., Chávez W., Pabón L., Rendón M., Chaparro M., Otálvaro A. Extracción de compuestos fenólicos con actividad antioxidante a partir de Champa (*Campomanesia lineatifolia*). *Revista CENIC Ciencias Químicas*. 2015; 46 (Número Especial): 38-46.
- (11) Rodríguez E., Árias A., Vásquez E., Martínez J., Stashenko E. Rendimiento y capacidad antioxidante de extractos de *Rosmarinus officinalis*, *Salvia officinalis* y *Psidium guajava* obtenidos con CO₂ supercrítico. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 2012; XXXVI (140): 305-315.
- (12) Rotondo R., Firpo I., Drincovich F., Ferratto J., Polenta G. Efecto de la temperatura y distintos envases sobre la calidad de pimienta (*Capsicum annum* L.) solo o mezclado con cebolla de verdeo (*Allium schoenoprasum* L.) mínimamente procesados. *Información Técnica Económica Agraria*, 2007; 103(2): 95-103.
- (13) Cabrera H., Morón F., Amador M., García A., Acosta L. Composición fitoquímica de partes aéreas frescas de *Phania matricarioides*. *Rev Cubana Plant Med*, 2012; 17(3): 268-278.
- (14) Tamayo J. Producción enzimática de monoglicéridos por esterificación de glicerina con ácido benzoico y p-metoxicinámico. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Químicas, Departamento de Ingeniería Química. España: Universidad Complutense de Madrid. 2014.
- (15) Takahashi RN., Pamplona FA., Prediger RD. Adenosine receptor antagonists for cognitive dysfunction: a review of animal studies. *Front Biosci.* 2008; 13: 2614-2632. DOI: <http://doi.org/10.2741/2870>.
- (16) Durango KM., Muñoz KE., Ocampo PZ., Londoño JL. Caracterización preliminar del enzima polifenol oxidasa en frutas tropicales: implicaciones en su proceso de industrialización. *Scientia et technical*. 2007; 1(33): 161-164.
- (17) Hernández I., Alegre L., Van Breusegem F., Munné-Bosch S. How relevant are flavonoids as antioxidants in plants? *Trends in plant science*. 2009; 14(3): 125-132. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.tplants.2008.12.003>.
- (18) Trujillo Y., Villamizar N., Durán D. Caracterización de la polifenoloxidasa en tres variedades de papa (*Tuberosum solanum* L.) mínimamente procesada y su incidencia en el color. *@limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*. 2012; 11(1): 5-12
- (19) Quintero C., Falguera V., Muñoz H. Films and edible coatings: importance, and recent trends in fruit and vegetable value chain. *Revista Tumbaga*. 2010; 5: 93-118.
- (20) Procaccini LG., Monti MC., Huarte M. Utilización de compuestos químicos para mantener la calidad en productos mínimamente procesados de papa. *Revista Latinoamericana de la Papa*. 2014; 18(2): 1-19.
- (21) Descalzo AM., Sancho AM. A review of natural antioxidants and their effects on oxidative status, odor and quality of fresh beef produced in Argentina. *Meat Science*. 2008; 79(3): 423-436. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.12.006>.
- (22) Harborne JB. Plant polyphenols—XV: Flavonols as yellow flower pigments. *Phytochemistry*. 1965; 4(5): 647-657. DOI: [http://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)86234-2](http://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)86234-2).