

Efecto de las condiciones de empacado y el tiempo de almacenamiento en el color del grano de fríjol seco cargamanto blanco (*Phaseolus vulgaris* L.)*

The effect of packaging conditions and storage time on the color of the white Cargamanto dry bean grain (*Phaseolus vulgaris* L.)

Álex Fernando López Córdoba
Yanine Yubisay Trujillo Navarro
Lucas Penagos Vélez

Resumen

Actualmente la variedad de fríjol seco Cargamanto blanco, en condiciones de almacenamiento comúnmente utilizadas, presenta deterioro de su color, lo que disminuye a su vez su calidad y genera como consecuencia la reducción del costo de venta. Este estudio determinó el efecto de las condiciones de empacado en el color del grano de fríjol seco Cargamanto blanco

(*P. vulgaris* L.); se evaluó en el tiempo la incidencia de los tratamientos aplicados (empacado en presencia de luminosidad y oxígeno, empacado en ausencia de luminosidad y presencia de oxígeno, empacado en ausencia de luminosidad y oxígeno y empacado en presencia de luminosidad y ausencia de oxígeno) en el comportamiento de las coordenadas CIEL*a*b* y a su vez en los atributos derivados cromáticos (c) y tono (h).

• Fecha de recepción del artículo: 25 de septiembre de 2009 • Fecha de aceptación: 17 de diciembre de 2009.

YANINE YUBISAY TRUJILLO NAVARRO. Doctorado en Tecnología Calidad y Marketing en las Industrias Alimenticias, Universidad Pública de Navarra, España. Ingeniera de Alimentos, Universidad de Pamplona, Norte de Santander-Colombia. Docente tiempo completo y directora del Grupo de Investigación en Ingeniería y Tecnología de los Alimentos, GINTAL, de la Universidad de Pamplona, Norte de Santander-Colombia. aninetrujillo@unipamplona.edu.co - **ÁLEX FERNANDO LÓPEZ CÓRDOBA.** Ingeniero de Alimentos, Especialista en Química de la Universidad de Pamplona, Norte de Santander-Colombia. ingaalopez@hotmail.com - **LUCAS PENAGOS VÉLEZ.** Doctorado en Tecnología de Alimentos y Magíster en Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad Politécnica de Valencia, España. Ingeniera Agroindustrial de la Universidad Pontificia Bolivariana, sede Medellín-Colombia. Director de proyectos Fundación INTAL de Medellín-Colombia. director@fundacionintal.org.co

* Este artículo es producto del proyecto de investigación *Busqueda de alternativas para la optimización de la exposición de granos secos.*

Palabras clave: color, croma, empaque, espacio CIEL *a*b*, espectrofotómetro de esfera.

Abstract

Currently, the variety of dry bean white Cargamanto, presents a deterioration of its color features in commonly used storage conditions, which in turn, reduces its quality and lowers its sale cost. This study identified the effect packing conditions had on the color of the white Cargamanto dry bean grain (*P. vulgaris* L.); and evaluated the over the time impact of the treatments applied (packaged with light and oxygen, packaged without light and with oxygen, packaged without light and oxygen, and packaged with light and without oxygen) on the behavior of the CIEL *a*b* coordinates and in turn, on the attributes derived chroma (c) and tone (h), was evaluated over time.

Keywords: color, chroma, packaging, CIEL *a*b* space, sphere spectrophotometer.

Introducción

El fríjol es un importante alimento en la dieta de los colombianos debido a su alto nivel nutricional, pues es una fuente significativa de proteínas, calorías y otros nutrientes. El fríjol participa con el 1,3% en el IPC de los alimentos. Sin embargo, la producción nacional se está rezagando frente a la creciente demanda interna y ese déficit se ha estado cubriendo con producto importado. En el caso particular del departamento de Antioquia, la producción de fríjol se genera a partir de las variedades volubles con hábitos de crecimiento tipo III (Cargamanto criollo, Radical, ICA Viboral, Revoltura y Fríjolica L.S. 3.3) y las variedades de tipo arbustivo (lima, cargamanto mocho, calima, estrada rosado y libolino). De entre estas variedades, es en la cargamanto criollo en la que actualmente se presentan grandes

pérdidas poscosecha por el deterioro de su color, propiedad muy influyente en su aceptación como también en su vida en anaquel, lo cual trae como consecuencia la reducción del costo de venta del producto, pérdidas significativas en la comercialización y limitantes considerables en operaciones de exportación (Velázquez, J.; Giraldom P., 2004).

La mejora de los parámetros de calidad del fríjol cargamanto es una necesidad para la apertura de mercados, y consecuentemente para su precio de venta (Garzón, 2001), y el color es un importante índice de calidad en el que el consumidor se fija a la hora de elegir y comprar, pues establece inconscientemente una relación entre fríjol y color típico.

El color es el resultado de un estímulo sobre la retina, que el nervio óptico transmite al cerebro donde este último lo integra. Generalmente el estímulo consiste en una luz reflejada (o tramitancia) por el objeto a partir de una iluminación incidente. Los físicos, con la ayuda de instrumentos (fotómetros, colorímetros), han buscado la manera de definir, medir y comparar los colores de una manera objetiva. Sus observaciones se hacen generalmente sobre soluciones transparentes, claras, en las que se mide la absorbancia o tramitancia. Cuando se trata de superficies planas, mates (y no brillantes) y opacas (y no traslúcidas), de pigmentación homogénea, se mide la reflectancia (Cheftel *et al.*, 1983). Los objetos modifican la luz. Los colorantes, como los tintes y pigmentos, al aplicarlos al objeto absorben selectivamente unas longitudes de onda de la luz incidente mientras que reflejan o transmiten sus complementarias.

En el fríjol, específicamente en su pared celular, se encuentran compuestos fenólicos (flavonoides) que ayudan a proporcionar color al grano (Salinas, 2005). Las antocianinas son compuestos pertenecientes al grupo de los flavonoides, los cuales brindan el color al fríjol. Las principales antocianinas que se encuentran en el fríjol son: pelargonidina, cianidina, delfidrina y petunidina (Choung, 2003). La estabilidad de estos compuestos puede ser afectada por factores como la temperatura, el pH, la concentración de

antocianinas, el oxígeno y las enzimas; y los copigmentos, la luz, los iones metálicos y los azúcares, afectan la estabilidad de las antocianinas (Garzón, 2001).

En la forma tradicional en que se empaqueta y almacena el frijol, así como la exposición a la luz, se presentan temperaturas elevadas y muy fluctuantes, las cuales causan un problema de oscurecimiento del grano ya que las antocianinas se degradan en estas condiciones (Martínez *et al.*, 2004).

Sobre el frijol, se han realizado en el país y en el mundo, investigaciones sobre las diferentes variedades, y se han hallado resultados importantes principalmente en cuanto a la estabilidad del color del grano durante el almacenamiento.

Se sabe que la temperatura acelera los procesos metabólicos y en el caso de los polifenoles una mayor temperatura produce modificaciones en su estructura y causa cambios de color al grano (Shin, 2002). Maestre (1997) evaluó la degradación de las antocianinas a 5 °C y a 25 °C, y encontró que a los 76 días de almacenamiento a 25 °C se había degradado el 95% de las antocianinas, mientras que a 5 °C sólo se degradó el 50%. Por otro lado, Sankat (2000) indica que a 5 °C las antocianinas son más estables que a 28 °C.

En algunos de los estudios realizados se ha podido establecer que la degradación de color tiene una relación directa con la temperatura de almacenamiento, pues se mantiene óptima la calidad de los atributos cromáticos (croma (c) y tono (h)) a temperaturas de refrigeración entre 4 - 8 °C (Bueso *et al.*, 2005).

Choung (2003) cuantificó los niveles de antocianinas en frijol e indicó que la pelargonidina es la principal antocianina presente en la pared celular del frijol rojo.

Melgar (2004) desarrolló una escala, basándose en una escala de triple estímulo $L^*a^*b^*$, para clasificar el frijol rojo centroamericano, con el objetivo de ayudar a los comercializadores del producto a tener una



• Rembrandt
*Esther antes del
encuentro con
Ahasuer.*
1633.

herramienta útil para ajustar precios utilizando como parámetro el color.

Otros autores como Moreno (2004) utilizaron la nomenclatura L^* , tono y croma para medir el color en frijol rojo, espacio de color muy empleado para evaluar cambios en el color y correlacionarlos con cambios en el contenido de antocianinas (Brenes *et al.*, 2005, Talcott y Lee 2002). Según McGuire (1992) el tono y el croma son aspectos mejor entendidos en la cadena productor-consumidor, asociado a que el ojo humano no separa los colores en sus componentes sino que lo ve como un todo.

En la actualidad se carece de estudios relacionados con los cambios de color en la variedad de frijol cargamento blanco (*P. vulgaris L.*) por efecto de factores como la luz y el oxígeno, hecho que consideró de gran interés el Instituto de Tecnología Alimentaria (INTAL) de Medellín, que realizó junto con la Universidad de Pamplona la fase de un proyecto de investigación encaminado al mejoramiento de las condiciones de almacenamiento de este material vegetal. En tal sentido se evaluó el efecto de las condiciones de empaclado en el color de este grano, y

se analizó si variables como el oxígeno y la luminosidad causan cambios significativos ($p < 0,05$) en este atributo en un tiempo de almacenamiento de dos meses a temperatura ambiente.

Metodología

Materia prima

Para la realización de este estudio se utilizó un lote de 120 kg de frijón seco variedad cargamanto blanco, cultivado en el municipio de San Vicente (Antioquia), previamente seleccionado y clasificado.

El grano una vez cosechado se sometió a secado natural hasta un porcentaje de humedad inferior al 14% y se desgranó. Posteriormente se empacó en sacos de fique por un periodo de 30 días previo a la fecha de inicio del estudio, siguiendo las recomendaciones de la Norma Técnica Colombiana para frijón seco NTC 871 (ICONTEC, 1986).

Definición de las diferentes condiciones de empacado del grano de frijón seco cargamanto blanco (*P. vulgaris* L).

Condiciones de almacenamiento

Las muestras de frijón una vez seleccionadas fueron almacenadas en cuatro tipos de empaque, de acuerdo con el diseño experimental factorial 2^2 empleado.

El grano fue empacado por unidades experimentales de 400 g y almacenado en condiciones de temperatura y humedad relativa ambiente (25 ° C y 70 % HR).

Aplicación de las diferentes condiciones de empacado

Para el empacado de las muestras se utilizó una selladora manual de impulso eléctrico marca Ovelma PFS 300 y una empacadora de vacío Komet Plus Vac 20 para la extracción del 99,9 % del oxígeno.

Los diferentes tipos de empacado utilizados en el estudio se describen a continuación:

Tratamiento 1 (T1). Empacado en película extruída de 3 milímetros de espesor de polietileno de baja densidad (PEBD), en presencia de oxígeno y sin barrera a la luz.

Tratamiento 2 (T2). Empacado en bolsa FLEXVAC metalizada de 90 micras de BOPP, poliamida y PEBD, con presencia de oxígeno y barrera a la luz.

Tratamiento 3 (T3). Empacado en bolsa FLEXVAC metalizada de 90 micras de BOPP, poliamida y PEBD, con vacío al 99,9 % y barrera a la luz.

Tratamiento 4 (T4). Empacado en película coextruída de 70 micras de polietileno de baja densidad (PEBD), adhesivo polimérico y poliamida, con vacío al 99,9 % y sin barrera a la luz.

Determinación de las características fisicoquímicas del grano de frijón seco cargamanto blanco (*P. vulgaris* L.)

Determinación del contenido de humedad

La determinación del contenido de humedad fue realizada por triplicado en un analizador de humedad OHAUS MB 45 de $\pm 0,001$ g de precisión. Para la medida se tomaron muestras de 0.5. g previamente molidas en un equipo Butcher Boy con disco de 5 mm. El tiempo de permanencia de la muestra en la balanza fue de 5 minutos a una temperatura de 110 °C.

Determinación de la actividad de agua (a_w)

La actividad de agua fue realizada por triplicado, mediante un equipo Aqualab serie 3 utilizando el principio del punto de rocío por condensación en un espejo enfriado con una exactitud de $\pm 0,003$ (Decagon, 2001).

Determinación del color del grano de frijón seco cargamanto blanco (*P. vulgaris* L.)

Previo a la medida del color se realizó la puesta a punto de la técnica, y se estimó un

número de cuatro repeticiones para el observador patrón de 10°, Iluminante CIE D 65 y en condiciones de componente especular Incluido.

El equipo que se utilizó para la determinación del color fue un espectrofotómetro de esfera X-Rite Color SP- 62. Las mediciones fueron realizadas siguiendo las recomendaciones de la Commission Internationale de l'Éclairage (CIE, 1976), y se calcularon las coordenadas cromáticas en el espacio CIEL*a*b*.

El equipo se calibró teniendo en cuenta las indicaciones del manual y se realizaron mediciones iniciales en blanco y en negro.

Los atributos derivados croma (c) y tono (h) y los cambios en el color (ΔE) se determinaron utilizando las ecuaciones 1, 2 y 3, respectivamente, establecidas por la Commission Internationale de l'Éclairage (CIE, 1976).

$$c = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \text{ Ec. 1.}$$

$$h = \arctan(b^*/a^*) \text{ Ec. 2}$$

$$\Delta E = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2} \text{ Ec. 3}$$

Análisis estadístico de los resultados

Los resultados obtenidos fueron evaluados estadísticamente con el fin de determinar si

las condiciones empleadas en el empaçado y el tiempo de almacenamiento influyen significativamente en el color y en la vida útil del producto. Para ello se hizo un análisis de comparación ANOVA multifactorial con nivel de significancia del 95 % y se utilizó el software estadístico Statgraphis plus versión 5.1.

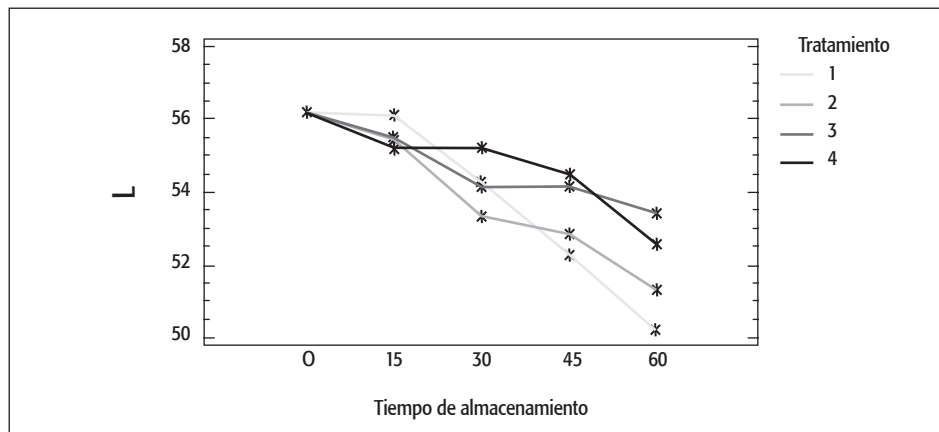
Resultados y discusión

Los resultados obtenidos de la evolución de la luminosidad (L^*) en el grano de frijol seco cargamento blanco para cada uno de los tratamientos estudiados en el tiempo se muestran en la Figura 1.

El mayor descenso de la luminosidad se observó en el empaçado sin barrera a luz y con presencia de oxígeno (T1), condiciones de almacenamiento convencional utilizadas. El efecto contrario se obtuvo en el empaçado con barrera a la luz y vacío al 99,9 % (T3), lo que significa que de los factores analizados la ausencia de oxígeno disminuye el deterioro de la luminosidad del grano y permite conservar su apariencia característica en el tiempo. Estos resultados han sido obtenidos en otras investigaciones como la desarrollada por Brouillard (1982), quien además correlacionó la pérdida de la luminosidad con la oxidación de las antocianinas en frijoles rojos.

Figura 1

Efecto de la interacción de la luz, el oxígeno y el tiempo de almacenamiento en la luminosidad del grano de frijol seco cargamento blanco



Por otro parte, se observó que la luminosidad (L^*) para cada uno de los tratamientos disminuye, lo que da lugar a una apariencia más opaca (baja luminosidad) con respecto a las condiciones iniciales. Se encontró que los cambios significativos ($p < 0,05$) en la luminosidad (L^*) se dan entre los 15 y 30 días de almacenamiento, y continúa el deterioro de esta característica durante 30 a 45 días.

Estos resultados podrían relacionarse con un descenso del contenido de humedad debido a reacciones en el grano, características de este tipo de productos en las condiciones de almacenamiento utilizadas (Giraldo, 2002).

En relación con los resultados obtenidos para la evolución de la coordenada a^* (Figura 2), se observa que el color del frijol con el tiempo va tornando hacia tonos rojos y es este color más representativo el día 45. Sin embargo, a los 60 días de almacenamiento de las muestras de frijol se observó en general un descenso de ese color rojo, mayor en el tratamiento de empacado con barrera a la luz y vacío del 99,9 % (T3).

De todas las muestras tratadas, la empacada con barrera a la luz y vacío del 99% (T3) fue la que presentó menores cambios con respecto al color rojo inicial del grano de frijol al final del estudio. Según el análisis estadístico existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre la muestra T3 y la muestra empacada con barrera a la luz y con presencia

de oxígeno (T2), en la cual se presentaron los mayores cambios. Esto lleva a deducir que la presencia de oxígeno es un factor determinante en la conservación del color rojo característico de este grano. El oxígeno en este caso estaría generando procesos de oxidorreducción (pardeamiento) en el grano, lo se representa en el espacio de color $CIEL^*a^*b^*$ por un aumento de a^* (tono rojo) en el tiempo de almacenamiento.

El valor de la coordenada a^* aumentó tras 45 días de almacenamiento, y se encontraron cambios significativos ($p < 0,05$) entre los primeros 15 días y después de 30 días de estudio. Posteriormente se observó un descenso al final del tiempo de estudio.

La evolución en el eje de coordenadas amarillo-azul (b^*) obtenida en el grano de frijol seco cargamento blanco empacado en las diferentes condiciones se representan en la Figura 3.

Como se muestra en la figura, para los tratamientos 1, 2 y 3 se observó en el día 60 una reducción representativa en la que no influyó la barrera ni al oxígeno ni a la luz. Sin embargo, este efecto es menor en condiciones de empaque al vacío (T4), ya que empleándose un empackado en ausencia de oxígeno se obtiene una menor variación en la evolución del color amarillo, que se desvía en menor medida del valor inicial.

Figura 2
Efecto de la interacción de la luz, el oxígeno y el tiempo de almacenamiento en la coordenada a^* del grano de frijol seco cargamento blanco (*P. vulgaris L*)

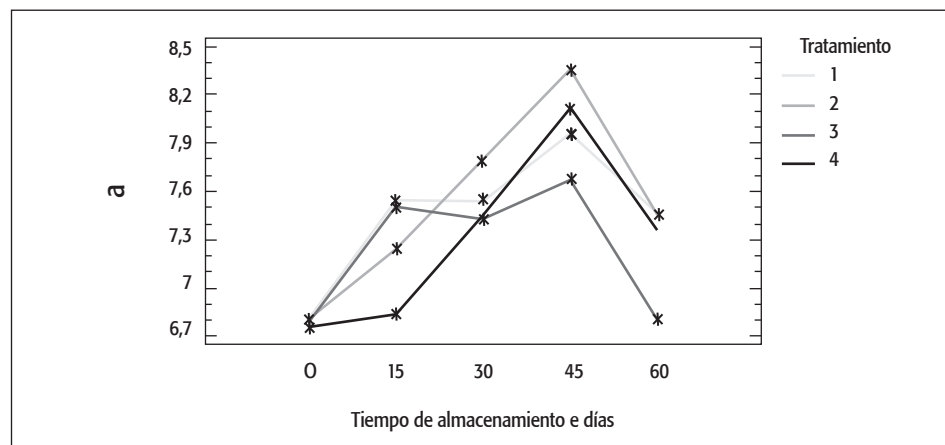
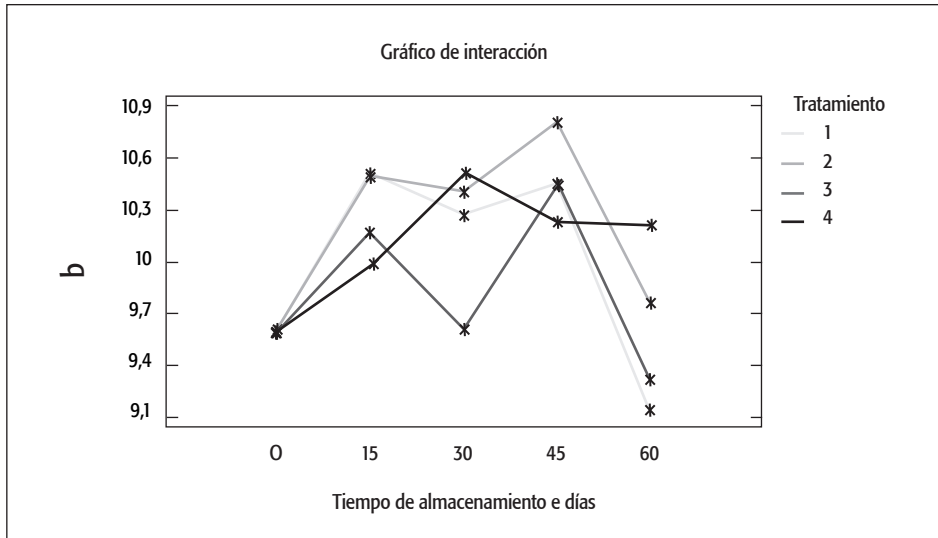


Figura 3

Efecto de la interacción de los factores luz, oxígeno y tiempo en la coordenada b* del grano de frijol seco cargamanto blanco.



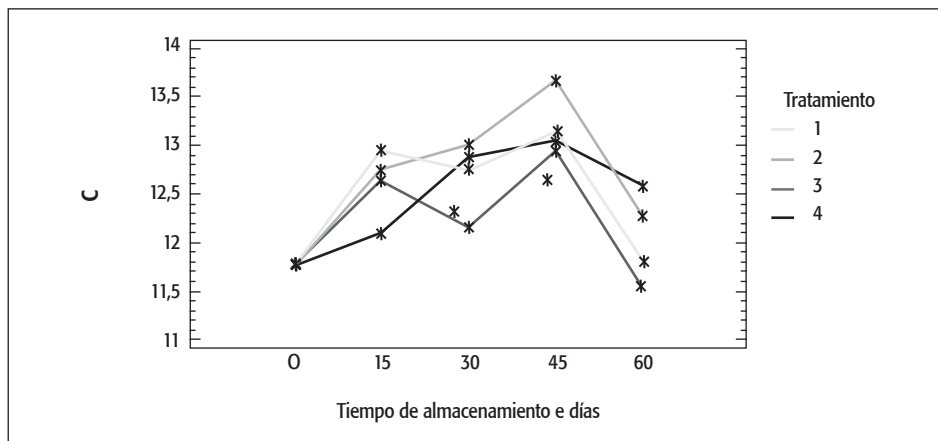
En general, los tratamientos evaluados no presentaron diferencias estadísticamente significativas para los valores de la coordenada b*, que representa el tono amarillo de fondo característico del frijol seco cargamanto blanco.

La coordenada b* presentó cambios significativos ($p < 0,05$) entre los primeros 15 días de almacenamiento, y aumentó su tendencia hacia valores amarillos. Se observó posteriormente entre los 45 y 60 días, un descenso de estas coloraciones, pero no se detectaron cambios apreciables con respecto a las condiciones iniciales.

Por su parte, los resultados del croma (c^*) (Figura 4), que se relaciona con la saturación de tonos grises presentes en el color, indican que hay una menor pureza del color en los frijoles que han sido empaçados en presencia de oxígeno (T2 y T1). Estos resultados fueron corroborados por el análisis estadístico, en el que se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos de empaçado con barrera a la luz con y sin presencia de oxígeno (T2 y T3). La causa se atribuye a la causa de la impureza del color en el frijol en presencia de oxígeno en el empaque.

Figura 4

Efecto de la interacción de los factores luz, oxígeno y tiempo en el croma del grano de frijol seco cargamanto blanco



El croma (c) como magnitud derivada aumentó de forma significativa ($p < 0,05$) tras los primeros 15 días de almacenamiento y mantuvo posteriormente su comportamiento en los siguientes 15 días, después de los cuales se encontró un aumento significativo de color al día 45, tiempo a partir del cual descende en el contenido de color del grano.

Respecto al tono o matiz (interacción de a^* y b^*), el tratamiento de empaçado en el que se dio un menor deterioro fue en barrera a la luz y vacío al 99,9 % (T3), y se halló una variación en el día 30 debida a la desviación de los datos obtenidos en las mediciones realizadas.

En el caso contrario, en el empaçado sin barrera a la luz y en presencia de oxígeno (T1), se observó el mayor deterioro de este atributo, lo que significa que el oxígeno tiene un efecto en el deterioro, y es bajo las condiciones de almacenamiento convencional donde el descenso se pronuncia en la intensidad de color del grano (ver Figura 5).

Respecto a los tratamientos aplicados, no se encontraron diferencias significativas entre sí ($p > 0,05$).

En el tono del grano (h) hubo cambios significativos ($p < 0,05$) por efecto del tiempo de almacenamiento, y se observó un deterioro

en la intensidad de color, apreciable entre los 15 y 45 días de almacenamiento.

Los cambios en el color (ΔE) del grano de fríjol seco cargamento blanco se muestran en la Figura 6.

En general se observó que los mayores cambios en el color del grano con respecto a las características determinadas en la etapa previa al almacenamiento se dan en condiciones de empaçado convencional (T1) (sin barrera a la luz y con presencia de oxígeno), tratamiento en el que se observa un mayor deterioro en la luminosidad del grano y en el tono (h) tras los primeros 15 días de almacenamiento. Esta es la razón por la cual en estas condiciones de empaçado el grano sufre cambios rápidos en el color por efecto de la presencia de oxígeno y se disminuye su vida útil en operaciones de comercialización.

Por otro lado, se observa que en condiciones de empaçado con ausencia de oxígeno con barrera a la luz o sin ella, (T3 y T4), no se dan cambios representativos en el color, del grano lo que permite mantener su apariencia característica durante el tiempo de almacenamiento. Esto significa que el oxígeno tiene un efecto significativo en el deterioro de la luminosidad (L^*) y en el tono (h) del grano de fríjol seco cargamento blanco.

Figura 5
Efecto de la interacción de los factores luz, oxígeno y tiempo de almacenamiento en el tono (h) del grano de fríjol seco cargamento blanco (*P. vulgaris L*)

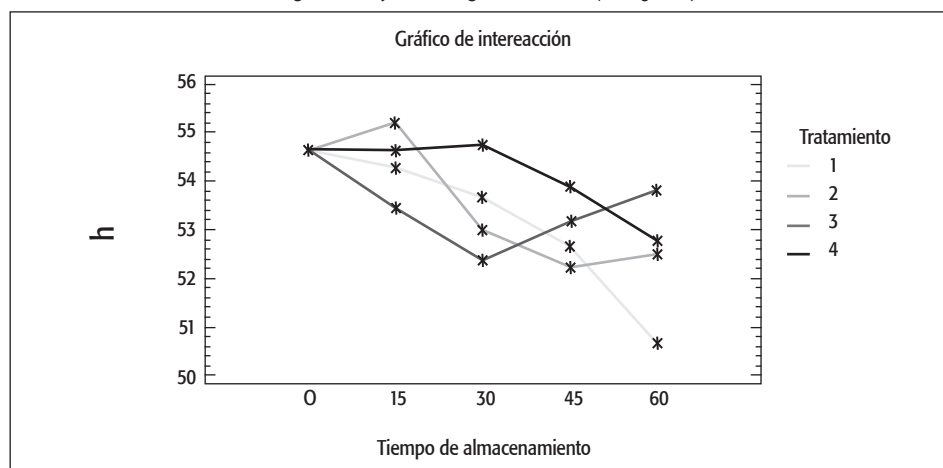
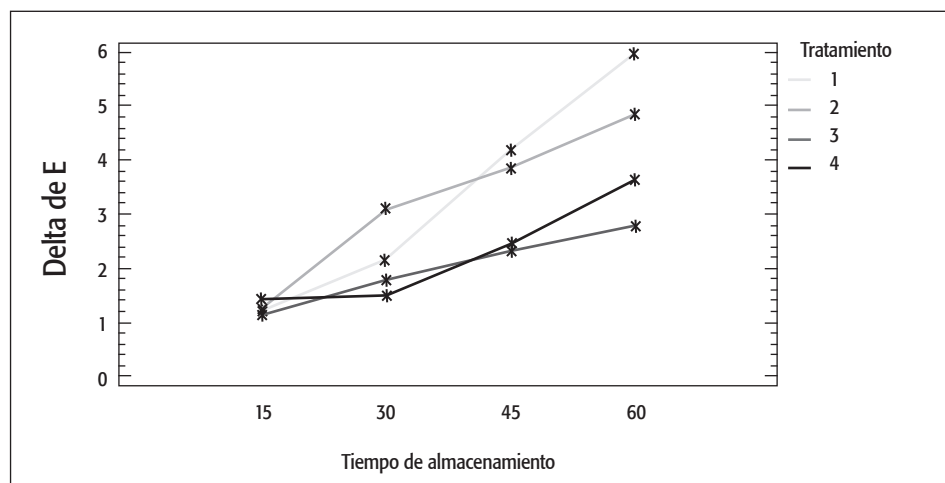


Figura 6

Efecto de la interacción de los factores luz, oxígeno y tiempo de almacenamiento en los cambios de color (ΔE) del grano de frijol seco cargamanto blanco (*P. vulgaris L.*)



Conclusiones

El deterioro de la luminosidad y de la intensidad de color del grano de frijol seco cargamanto blanco se da a partir de 15 días de almacenamiento, y obtiene con el tiempo una apariencia más opaca y un descenso en el color con respecto a las condiciones iniciales.

El contenido de color (c) del grano aumenta tras 45 días de almacenamiento, y posteriormente se observa que el color merma y es menor en condiciones de empaque de baja luminosidad y con presencia de oxígeno.

En condiciones de empaque con ausencia de oxígeno con barrera a la luz o sin ella (tratamientos 3 y 4) el grano de frijol seco cargamanto blanco no presenta cambios significativos en el color (ΔE) ($p > 0,05$), lo que permite mantener la apariencia característica del grano durante dos meses de almacenamiento, más cercana en empaques con barrera a la luz.

Los mayores cambios en el color del grano se dan en condiciones de empaçado convencional (sin barrera a la luz y con presencia de oxígeno), en este tratamiento en el que se observa un mayor deterioro en la luminosidad del grano y en el tono (h) tras los primeros 15 días de almacenamiento.

Bibliografía

- BRENES, C.; POZO-INSFRAN, D y TALCOTT, S. (2005). *Stability of copigmented anthocyanins and ascorbic acid in a grape juice model system*. J. Agric. Food Chem., 45, 3395-3400
- BUESO, F.J.; ROSAS, J.C.; TALEÓN, V.M. (2005) *Estabilidad del color del grano de frijol rojo centroamericano durante almacenamiento*. Tegucigalpa, Honduras: Universidad de Zamorano.
- CIE (1976). *Official recommendations on uniform colour spaces. Color difference equations and metric colour terms, suppl. No. 2*. París: CIE Publications No. 15 Colorimetry. Commission internationales de L'eclairage.
- CHEFTEL, J.; CHEFTEL, H.; BESANCON, P. (1983). *Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos*. 2 ed. Trad. Francisco López Capont. Zaragoza, España: Edit. Acribia. 404 p.
- CHOUNG, C. (2003). *Anthocyanins profiles of korean kidneys beans (Phaseolus vulgaris L.)*. Journal Agriculture of Food Chemistry 24:740-743
- DECAGON (2001). *Aqualab para medidores de actividad de agua*. Serie 3 y 3T.

- GARZÓN, G. (2001). *The stability of pelargonidin-based anthocyanins at varying water activity*. *Journal of Food Chemistry* 75:185-196.
- GIRALDO (2002). *Manual de manejo poscosecha de frijol seco* FAO.
- MAESTRE, J. (1997). *Elaboration of pomegranate jellies*. *Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la Región de Murcia, Plaza. Juan XXIII n/s, 30008 Murcia, España*. CIHEAM 219 p.
- MARTÍNEZ, L.; BERNSTEN, R. y ZAMORA, M. (2004). *Estrategias de mercado para el frijol centroamericano*. *Agronomía mesoamericana* 15(2):121-130.
- MCGUIRE, G. R. (1992). *Reporting of objective color measurements*. *HortScience* 27(12):1254-1255.
- MELGAR, H. (2004). *Desarrollo de una escala colorimétrica digital de triple estímulo para grano de frijol rojo centroamericano*. Proyecto especial de graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria. Zamorano, Honduras. 23 p.
- MORENO, Yolanda S. (2004). *Composición de antocianinas en variedades de frijol negro* (Phaseolus vulgaris L.) *cultivadas en México*. *Agrociencia*. 39:385-394.
- SALINAS, M. (2005). *Stability of anthocyanins of blue maize (Zea mays L.) after nixtamalization of seperated pericarp-germ tip cap and endosperm fractions*. *Journal of Cereal Science* 12:1-6.
- SANKAT, C. (2000). *Light mediated red colour degradation of the pomereac (Syzygium malaccense) in refrigerated storage*. *Journal of Postharvest Biology and Technology* 18:253-257.
- SHIN, C. (2002). *Effects of pH, sulfur dioxide, storage time, and temperatura on the color and stability of red muscadine grape wine*. *AJEV* 35(1):35-39.
- TALCOTT S; LEE J, (2002). *Ellagic acid and flavonoid antioxidant content of muscadine wine and juice*. *J. Agric. Food Chem.* 50, 3186-3192.
- VELÁSQUEZ, J.; Giraldo P. (2004). *Boletín: Posibilidades competitivas de productos prioritarios de Antioquia frente a los acuerdos de integración y nuevos acuerdos comerciales*. Medellín, Colombia: Secretaría de Productividad y Competitividad, Departamento de Planeación; Gobernación de Antioquia.