

Efecto del secado por microondas sobre el color de la papa criolla (*Solanum phureja*)

Microwave drying effect on color of creole potato (*solanum phureja*)

Rojas T. Rolando¹, Duran O. Daniel^{2*}

¹Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad de Pamplona, Campus Universitario, Pamplona, Norte de Santander, Colombia

²Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Programa Ingeniería de Alimentos, Universidad de Pamplona, Km 1 Vía Bucaramanga, Pamplona, Norte de Santander, Colombia

Recibido 3 de Enero 2011; aceptado 19 de Febrero de 2011

RESUMEN

El color y la decoloración de muchos alimentos son importantes atributos de calidad. A pesar de que no reflejan la nutrición o sabor, es importante en lo que se refiere a la preferencia de los consumidores sobre la base de la apariencia. La medición del color es un parámetro objetivo que se puede utilizar como índice de calidad. El color de los alimentos cambia durante el proceso de secado, debido a la evaporación del agua y reacciones enzimáticas y no enzimáticas. La papa criolla es un producto que se caracteriza principalmente por el sabor y el color amarillo similar a la yema de huevo. El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto del secado por microondas sobre el color de la papa criolla. Para ello, se tomaron muestras de papa peladas y cortadas en rodajas. Para el secado por microondas se utilizaron tres potencias (560, 420 y 280W). Las muestras fueron secadas hasta humedad del 8%. El color fue medido con espectrofotocolorímetro de esfera X-Rite antes y después del secado. Los resultados por microondas fueron comparados con el secado convencional de aire forzado. Los resultados obtenidos mostraron que la luminosidad de la papa seca por microondas a las potencias de 420 y 280W no mostraron diferencias significativas con la luminosidad de la papa fresca, mientras

*Autor a quien debe dirigirse la correspondencia. E-mail: danielduran@unipamplona.edu.co

que el color representado en las coordenadas a^* y b^* a las mismas potencias mantuvo el color de la papa criolla fresca. Por otra parte, el secado convencional desmejoró el color de la papa criolla.

Palabras clave: color, microondas, papa criolla, secado.

ABSTRACT

Color and discoloration in many foods are important quality attributes. Although it does not reflect its nutrition or taste, it is important regarding to consumers preference on the basis of appearance. Color measurement is an objective parameter which can be used as a quality index. The color of the food changes during the drying process due to water evaporation and enzymatic and non-enzymatic reactions. The creole potato is a product that is mainly characterized by the flavor and the yellow color like the yolk. The aim of this study was to determine the microwave drying effect on the color of the creole potato. For this purpose, samples were taken of peeled potatoes cut into slices. For microwave drying were used three powers (560, 420 and 280W). Samples were dried to 8% of moisture content. Color was measured with photo colorimeter spectrum of X-Rite sphere before and after drying. Results by microwave were purchased with conventional drying forced air. Results showed that the luminosity of the microwave dried potato at powers of 420 and 280W showed no significant difference with the brightness of the fresh potato, while the color represented in the coordinates a^ and b^* to the same powers retained the color of the fresh creole potato. On the other hand, conventional drying deteriorated the color of the creole potato.*

Keywords: color, microwave, creole potato, drying.

INTRODUCCIÓN

Los métodos de secado a través de la historia han sido una de las técnicas más ampliamente utilizadas para la conservación de los alimentos. Ya en la era paleolítica, hace unos 400.000 años, se secaban al sol alimentos como frutas, granos, vegetales, carnes y pescados, aprendiendo mediante ensayos y errores, para conseguir una posibilidad de subsistencia en épocas de escasez de alimen-

tos, no solo necesarios sino que también nutritivos (Barbosa y Vega, 2000). Esta técnica de conservación trata de preservar la calidad de los alimentos bajando la actividad de agua (a_w) mediante la disminución del contenido de humedad, evitando así el deterioro y contaminación microbiológica de los mismos durante el almacenamiento. Para ello se pueden utilizar varios métodos de secado o combina-

ción de los mismos, tales como secado solar, aire caliente, microondas, liofilización, atomización, deshidratación osmótica, entre otros. (Vega y Lemus, 2006). No obstante, para obtener alimentos deshidratados de buena calidad es imprescindible estudiar en detalle los fenómenos de transferencia de materia y energía involucrados en el proceso, como los cambios producidos a nivel estructural (porosidad, firmeza, encogimiento, densidad) y las reacciones bioquímicas que se llevan a cabo en el momento del proceso (oxidación, enzimáticas, no enzimáticas, desnaturalización).

En el secado por convección, el calor necesario para la evaporación del líquido se transmite por un agente gaseoso o un vapor que pasa por encima del sólido o lo atraviesa. En el secado por conducción el producto que debe secarse se encuentra en recipientes calentados o se desplaza por encima de estos. El calor también se difunde en el sólido a través de la conductividad del propio sólido. Mientras que el secado por radiación de microondas no sólo se puede hacer en menor tiempo y espacio, sino que también permite realizar el proceso a temperaturas muy superiores sin correr el riesgo de agrietar la superficie del material orgánico. El secado a temperaturas altas tiene ventajas que genera microporos en las pastas durante su evaporación del agua, los cuales permiten al consumidor realizar posteriormente la cocción en menor tiempo (Satín, 1997).

El secado de microondas es una alternativa prometedora con respecto al costo y calidad de los productos secos. En este secado se elimina el agua más eficientemente de los alimentos, optimizando de esta forma el proceso de secado (Shivare, *et al*, 1994). En el secado por radiación el calor se transmite por las su-

perficie radiantes próximas. Las microondas comprenden radiación electromagnética en un alcance de frecuencia de 300 MHz a 300 GHz. En la exposición para microondas, las partículas cargadas o polares tienden a alinearse con componente del campo eléctrico rápidamente pone al revés su dirección, por ejemplo en la tasa de $2.4 \times 10^9/s$ en 2.45 GHz de frecuencia se por cocinan por microondas. Las partículas polares o cargadas en un medio de reacción no podrán alinearse tan rápido como la dirección del campo eléctrico en el microondas, pues se crea una fricción para calentarse (Galema, 1997).

Las dosis de irradiación empleadas con microondas en los procesos industriales no ejercen, o en muy poca intensidad, efecto alguno sobre la digestibilidad de las proteínas o la composición en aminoácidos esenciales de los alimentos irradiados. Dosis de irradiación elevadas provocan la hidrólisis de los grupos sulfhidrido de los aminoácidos sulfurados de las proteínas, lo que provoca cambios en el aroma y el sabor de los alimentos. Los carbohidratos son también hidrolizados y oxidados a compuestos más sencillos y, dependiendo de las dosis, pueden experimentar una despolimeración que le hace más susceptibles al ataque de enzimas hidrolíticas. Sin embargo la irradiación no modifica el grupo de asimilación de estos compuestos, por lo que ésta no modifica el valor nutritivo de los mismos. El efecto que la irradiación produce sobre los lípidos es semejante al de la autooxidación (que provoca la formación de hidroperóxidos). Estos efectos pueden reducirse congelando previamente los alimentos, pero algunos alimentos, como los muy grasos, no resultan adecuados para este sistema de conservación (Peter, 1994).

El color y la decoloración de muchos alimentos son importantes en los atributos de calidad de comercialización. A pesar de que no reflejan la nutrición o sabor, es importante en lo que se refiere a la preferencia de los consumidores sobre la base de la apariencia. La medición del color es un parámetro objetivo que se puede utilizar como índice de calidad de las mediciones de las materias primas y alimentos procesados en el control de calidad, para la determinación de la calidad de los alimentos y para los análisis de los cambios de calidad como resultado de la elaboración y almacenamiento de alimentos (Giese, J. 2000).

Generalmente el color y la textura ha sido estudiado conjuntamente en diversos productos; por ejemplo, Mendoza (2007) estudió el color, textura y aceptación del consumidor de papas chip fritas, encontrando que las características texturales tienen un potencial para modelar el comportamiento de los consumidores en el respeto de las preferencias visuales de papas fritas. De otro lado, Nourianet *al* (2003) evaluaron la cinética de los cambios (textura y color) de calidad en la cocción de las patatas almacenadas a diferentes temperaturas (4-20 °C) y observaron un progresivo ablandamiento de la textura evidente en las patatas cocidas con el paso del tiempo de almacenamiento. Como era de esperar, los cambios mayores y menores se observaron en los dos extremos y las condiciones de almacenamiento, 20 y 4 °C, respectivamente. El brillo (L^*) de patatas cocidas disminuyó a diferencia del color (ΔE) que aumentó con el tiempo, pero no se observaron cambios importantes en los valores a y b.

También se ha estudiado papa variedad Primura (*Solanum tuberosum*) sometida a tratamientos combinados de blanqueo y deshidratación, realizando el blanqueo alternativamente en agua destilada caliente y agua destilada caliente con azúcar y en solución salina. El secado se realizó por microondas y en horno por convección. Se evaluaron los tratamientos en términos de velocidad de proceso, el color y la capacidad de absorción de agua. Los mejores resultados se obtuvieron con la combinación de microondas y blanqueo deshidratación en el cinturón seco (Severini *et al*, 2005). De otra parte, Oztop *et al.*, (2007) determinaron los efectos del microondas sobre la calidad de papas fritas (el contenido de humedad, aceite de absorción, color y dureza). Variaron parámetros como nivel de potencia de microondas (400 W, 550 W y 700 W), tiempo de fritura (2,0, 2,5, 3,0 min) y el tipo de aceite (girasol, maíz y aceite de avellana). Se pudo determinar que el contenido de humedad y el contenido de aceite se redujeron, mientras que la dureza y el color de las patatas aumentó cada vez mayor el tiempo de fritura y el nivel de potencia del microondas. Las patatas con el más alto contenido de aceite se encontró que las que se frieron en el aceite de avellana. La condición óptima se encontró al freír a 550 W de potencia y 2,5 minutos en aceite de girasol. En esta condición, el contenido de aceite de papas fritas fue inferior a la de las patatas fritas de forma convencional. Por tanto, el objetivo del presente estudio fue determinar el efecto del secado por microondas sobre el color de la papa criolla.

MATERIALES Y MÉTODOS

Realización de ensayos

Fueron recolectadas muestras comerciales de papa criolla, seleccionando papas entre 4 y 5 centímetros de diámetro. Posteriormente a ello, la papa se lavó, desinfecto con hipoclorito en inmersión (200 ppm); luego se pelaron manualmente para finalmente rebanarlas en láminas entre uno y dos milímetros de espesor, utilizando una tajadora manual. Seguidamente a las rodajas de papa se les eliminó el agua superficial con ayuda de papel absorbente, quedando así listas para el proceso de secado.

El secado por microondas se realizó por pulsos, y consistió en aplicar ondas de microondas en potencias de 560W, 420W y 240W, por el tiempo necesario para secar las láminas hasta reducir el contenido de humedad hasta el 8%. En este secado se tomaron muestras de 100 g de láminas de papa y se sometieron a secado en un microondas comercial marca HACEB (modelo: HM 1,1. Frecuencia de 2450 MHz) para cada una de las potencias mencionadas. Por otra parte, los resultados fueron comparados con los obtenidos por el secado por convección; se tomaron muestras de 500 g de láminas de papa y se sometieron a secado por convección en un secador automatizado marca EDIBON. La velocidad del aire será de 4.0 m/s y una temperatura de 115 grados centígrados (Cunningham *et al.*, 2008). Todos los ensayos fueron realizados por duplicado.

Determinaciones analíticas

Contenido de humedad

Antes del secado se determinó el contenido de humedad de cada muestra de papa,

con el fin de facilitar el estudio de la cinética del secado. Este contenido de humedad se determinó inicialmente por el método oficial de la AOAC (20.013 de 1980) utilizando una mufla digital M 2.2 (precisión de 1°C), y posteriormente a través de gravimetría, utilizando la balanza de humedad digital marca OHUS MB-35 (precisión de 0,001 g, calentamientos de 50 a 160°C). Esto se realizó con el fin de verificar el tiempo de secado en la balanza Ohaus y optimizar las determinaciones de humedad. La determinación de humedad fue determinada por triplicado.

Determinación de la temperatura durante el secado

La temperatura de la rodaja de papa durante el secado por microondas y convección fue realizada con un termómetro infrarrojo marca brixco con una exactitud de $\pm 1,5$ °C y una sensibilidad de respuesta de menos de un segundo. Las determinaciones fueron realizadas por triplicado.

Determinación del color

En la determinación del color de la papa fresca y secada por los diferentes tratamientos se utilizó un espectrofotocolorímetro de esfera (X-RITE X-RITE D62, con un iluminante D65 y un observador estándar de 10°) y el color se medirá bajo el sistema CIEL*a*b* el cual fue recomendado por la CIE en 1976. El cálculo de L*, a* b* para cada color se basó en valores CIE XYZ (Pérez-Magarino *et al.*, 2003). Estos son comúnmente utilizados en la industria alimentaria. L* es el grado de luminosidad del color. Esto se refiere a la relación entre la luz reflejada y absorbida. L* presenta valores iguales a cero para el negro y 100 para el blanco. a* (rojo-verde)

es el grado de enrojecimiento (0 a 60) o verde (0 a -60) y b* (amarillo-azul) es el grado de amarillos (0 a 60) o azules (0 a -60). El equipo fue configurado para realizar medidas por cada repetición, determinando el color por triplicado.

Análisis estadístico

Los resultados fueron analizados estadísticamente utilizando el paquete de software estadístico SPSS versión 13.0 a través de la técnica del análisis de la varianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evolución de la pérdida de humedad de la papa criolla

En primera medida se muestran los resultados sobre la puesta a punto de la técnica de la medida de la humedad, comparando los dos métodos utilizados (Balanza de humedad por halógenos y el método AOAC, 1990) y luego se continúa con análisis de la pérdida de la humedad.

Puesta a punto de la técnica de humedad para la papa criolla variedad Solanum phureja.

Para la puesta a punto de la técnica para determinación de humedad, por el método de la balanza de humedad, se tuvo en cuenta la humedad de la papa criolla cortada en láminas de 2 mm de espesor, obtenida por el método tradicional por mufla (método determinación de humedad AOAC, 1990). Los resultados por este método se muestran en la tabla 1 donde se puede observar que papa criolla cv. *Solanum phureja* presenta una humedad en promedio del 75,34%.

Tabla 1
Porcentaje de humedad de la papa criolla por el método tradicional

Muestra	Porcentaje de Humedad
papa criolla	75,34 ± 0,37

n = 3. Media ± Desv. Típica.

Conocida la humedad de la papa criolla por método AOAC, 1990, se ajustó el tiempo a través de la balanza humidimétrica, tal como se puede observar en figura 1, en donde el porcentaje de la humedad de la papa criolla obtenido por el método tradicional se consigue en la balanza de humedad a los 50 minutos, siendo este porcentaje de humedad constante y concordando con el obtenido por el método tradicional.

Con el fin de tener un porcentaje de humedad con el mínimo error, se procedió para las siguientes determinaciones un tiempo de 60 minutos (1 hora) a una temperatura de 110°C.

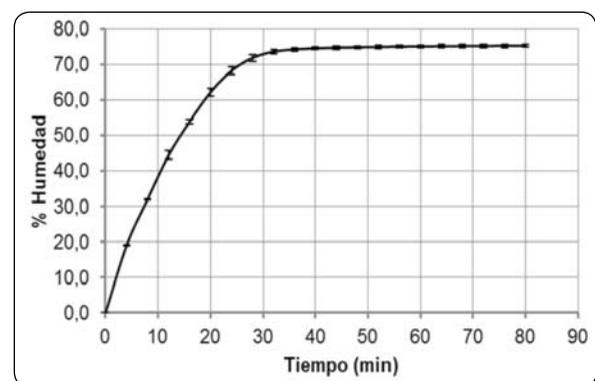


Figura 1. Curva de humedad de la papa criolla en balanza de humedad

n = 3. Media ± Desv Típica. P-valor ≤ 0,05

Perdida de humedad (%) de la papa criolla por microondas y por convección

La pérdida de humedad en secado de la papa criolla en términos de porcentaje durante el secado por microondas y secado por convección (tradicional) se observan en la figura 2, en donde se puede observar que a medida que disminuye la potencia en el secado por microondas se requiere de mayor tiempo para obtener un secado de la papa con un 8% de humedad final. De igual forma, a medida que disminuye la potencia en el microondas, la inclinación de la curva tiende a la horizontalidad. Si se observan los resultados concernientes al secado por convección, se puede ver que este secado presenta una disminución de la humedad menos severa que en el secado por microondas y, por lo tanto, la curva de la pérdida de humedad es más horizontal en el secado por microondas. De otra parte, para obtener una humedad del 8% en promedio para el secado convencional se requiere de dos horas, mientras que en el otro secado, dependiendo de la potencia, se requiere menos de 25 minutos, según sea la potencia en el microondas, mostrando que a mayor potencia en el microondas será necesario menor tiempo de secado; esto es para secado a 560W en el que son necesarios 10 minutos para que la papa alcance un promedio de humedad final del 8%, seguido por la potencia de 420W con 16 minutos y la potencia de 280W con 24 minutos en el microondas, mientras que en el secado convección fueron necesarios 2 horas para obtener este porcentaje de humedad final.

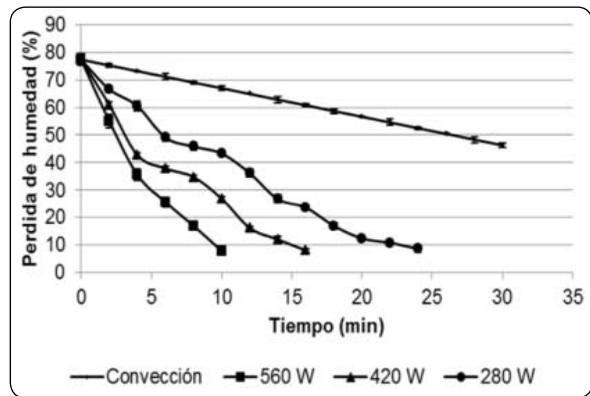


Figura 2. Perdida del % de humedad de la papa criolla en microondas y por convección

n = 3. Media \pm Desv Típica. *P*-valor $\leq 0,05$

Asimismo, se puede observar que cada secado es independiente uno del otro; por tanto, al realizar el análisis estadístico de la varianza, este indicó que existen diferencias estadísticas en la potencia del microondas y entre el secado por convección.

Humedad final de la papa criolla secada en microondas y por convección

En la figura 3 se aprecian los resultados finales de la humedad (%) de la papa después del secado.

Como se mencionó anteriormente, en el secado por microondas (MW) a las diferentes potencias utilizadas (560W, 420W y 280W) los tiempos estimados para la realización del secado fueron 10, 16 y 24 minutos respectivamente, mientras que en el secado por convección (tradicional) fueron necesarios 2 horas. Por tanto, los resultados aquí mostrados, son los obtenidos después de estos tiempos establecidos. Entonces, como se puede ver en la figura 4.6, la humedad final de la papa criolla en hojuelas secadas, tanto en el MW a las tres potencias, como en el secado por convección, es similar y es justamente lo que se buscaba con el fin de establecer comparaciones.

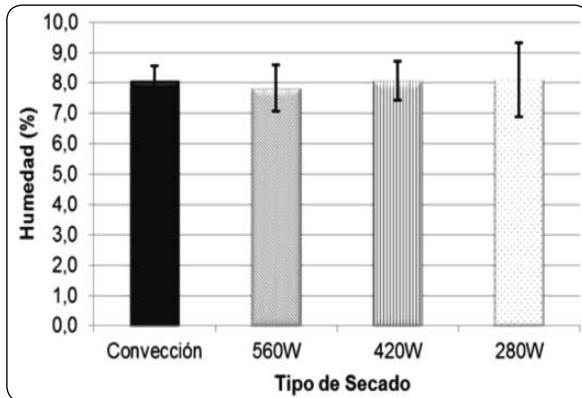


Figura 3. Humedad final de la papa criolla secada en microondas y por convección
 n = 3. Media ± Desv Típica. P -valor $\leq 0,05$

El análisis estadístico de la varianza mostró que entre el secado de la papa criolla por MW a las tres potencias y el secado por convección, no se presentaron diferencias significativas, resultados excelentes para este estudio, ya que permiten comparar y analizar los diferentes resultados relacionados con las propiedades reológicas y otros parámetros de interés que están correlacionados con estas propiedades. De esta forma, la papa en hojuelas queda con un contenido de humedad promedio del 8%, porcentaje que es normal para productos alimenticios secos que permite un alto grado de conservación y vida en anaquel.

Evolución de la temperatura durante el secado por microondas y por convección

Los resultados obtenidos se muestran en la figura 4, en donde se ve que la temperatura en el microondas disminuye con la potencia utilizada en el equipo, y esta temperatura en la papa aumenta a medida que aumenta el tiempo de exposición, excepto para la potencia de 280W en donde a partir de los 18 minutos de secado se experimenta un descenso en la temperatura de la papa. Esta temperatura está ligada a la presencia de agua en el producto y al funcionamiento cíclico del equipo de

microondas. Al observar la temperatura en la papa secada por convección, se puede ver entonces que la temperatura es uniforme durante todo el tiempo de secado. Esto se debe a que el flujo de aire y su temperatura es independiente a la composición de la papa, como no sucede en el microondas.

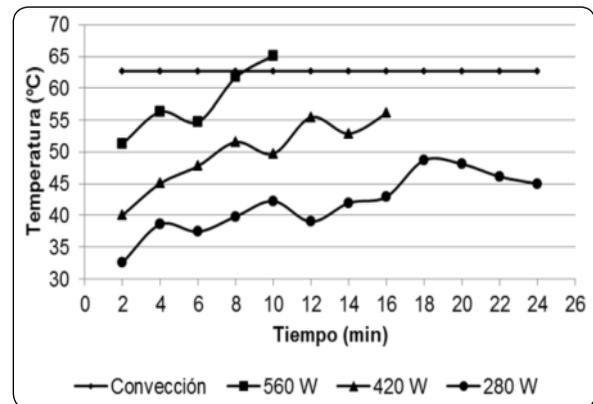


Figura 4. Temperatura de secado de la papa criolla en microondas y por convección
 n = 3. Media ± Desv Típica. P -valor $\leq 0,05$

Color de la hojuela de papa criolla secada en microondas y por convección

El color es un factor fundamental en productos deshidratados, ya que dependiendo del tratamiento, este color se reduce o se activa de acuerdo a sus componentes precursores que sean termolábiles o no, según sea el caso. La papa criolla es un producto que se caracteriza por su color amarillo brillante que se asimila al color de referencia de la yema de huevo.

En la figura 5, se puede ver el color de las hojuelas de papa seca por los tratamientos con MW y por convección, y se compara con el color de la papa fresca.

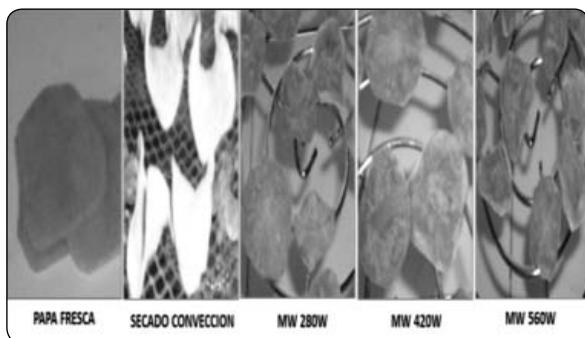


Figura 5. Color final de la papa criolla secada por microondas y por convección

Se puede observar que el color de la papa secada en MW a la potencia de 280W y 420W son los tratamientos que conservan el color similar al de la papa fresca seguido por la papa secada en MW a 560W, en donde el color es un poco más intenso que el de la papa fresca, mientras que el secado por convección es nefasto para el color de la papa, pudiéndose observar que este es de tonalidad muy clara y que este tipo de secado afecta de forma negativa el color característico de la papa criolla fresca.

De otro lado, visto el color de la papa criolla desde su medición instrumental en sus parámetros de luminosidad (L) y coordenada a* y b*, se puede indicar que, en cuanto a la luminosidad (figura 6), el tratamiento por MW a 280W mantiene la luminosidad igual a la papa fresca, seguida por la sedada por MW a 420W.

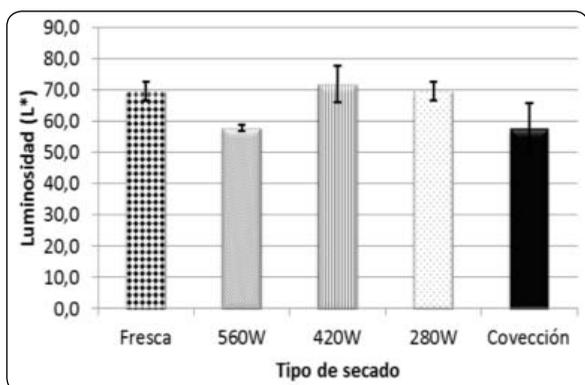


Figura 6. Luminosidad de la papa criolla secada por microondas y por convección

n = 3. Media ± DesvTípica. p -valor $\leq 0,05$

En el caso de la papa secada convencionalmente y la secada por MW a 560W, reducen la luminosidad si se compara con la luminosidad de la papa fresca. Por otro lado, el análisis de la varianza mostró que no existen diferencias significativas entre la luminosidad de la papa fresca y las secada por los métodos de MW (280W, 420W y 560W) y convección. De igual forma, la prueba DMS indicó que la papa secada por MW a 420W mostró mínimas diferencias significativas con la papa secada por convección y a 560W.

En cuanto a la coordenada a*, figura 7, se puede ver que la papa que fue secada por MW a 280W es el secado que mantiene el color (tonalidad roja) similar al de la papa fresca. Asimismo, se puede observar que a las potencias de 420 y 560W a* es muy similar, mientras que el secado por convección elimina casi por completo las tonalidades rojas características de la papa criolla fresca.

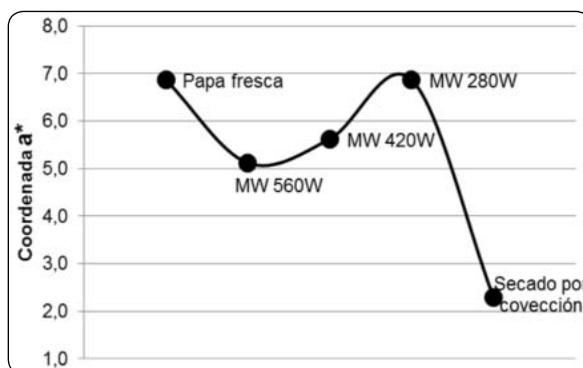


Figura 7. Coordenada a* de la papa criolla secada por microondas y por convección

n = 3. Media ± DesvTípica. p -valor $\leq 0,05$

El análisis estadístico de la varianza mostró que existen diferencias estadísticamente significativas al 95% de confianza, pero al realizar la pruebas pos hot de las diferencias mínimas estadísticas (DMS) indicó que entre la papa fresca y la secada por MW a 280W no exhibieron tales diferencias estadísticas,

siendo las otras potencias en MW y el secado por convección los tratamientos que marcaron la diferencia estadística.

En los resultados de la coordenada b^* (figura 8) se aprecia que el valor de b^* es muy similar entre la papa fresca y la secada por MW a 240W y 280W, siendo nuevamente la papa secada por convección la que muestra mayor diferencia en b^* en comparación con la papa fresca. En este sentido se puede decir, que la potencia en el microondas no afecta el color de la papa en términos de la coordenada b^* , siendo el tiempo de secado el factor más influyente en la desmejoramiento del color, tal como lo indica la figura.

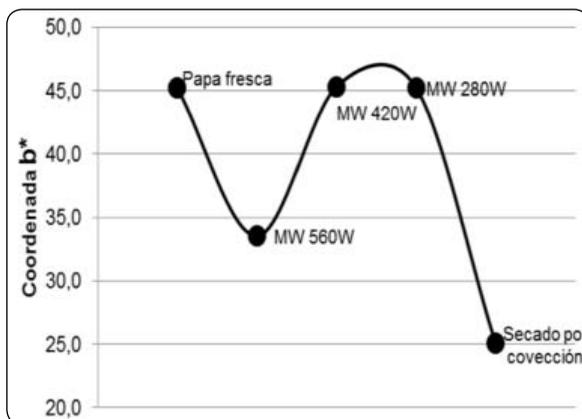


Figura 8. Coordenada b^* de la papa criolla secada por microondas y por convección

$n = 3$. Media \pm DesvTípica. p -valor $\leq 0,05$

Estadísticamente se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos de secado y la papa fresca en lo que se refiere a la coordenada b^* , mientras que el DMS indico que entre la papa fresca y la secada por MW a las potencias de 280W y 420W no se presentan tales diferencias significativas, indicando así, que las potencias indicadas no influyen en el valor de la coordenada b^*

Al representar las coordenadas a^* y b^* en una figura (figura 9), se puede ver que el tratamiento por MW a 280W mantiene el color original de la papa criolla fresca, y que el tratamiento por MW a 420W reduce el color rojo, pero mantiene la tonalidad amarilla; mientras que los tratamientos por MW a 560W y por convección afectan considerablemente el color, reduciéndolo en sus dos coordenadas amarillo y rojo, respectivamente.

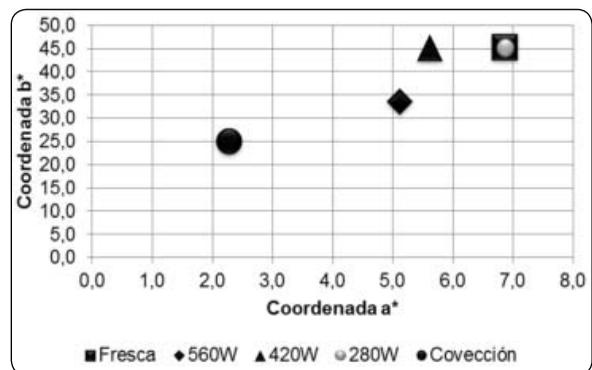


Figura 9. Coordenada a^* y b^* de la papa criolla secada por microondas y por convección

$n = 3$. Media \pm DesvTípica. p -valor $\leq 0,05$

Estadísticamente se encontraron diferencias significativas al 95% de confianza entre la papa fresca y la secada por los diferentes métodos para cada coordenada. Mientras que la prueba DMS no se encontraron tales diferencias entre la papa fresca y la secada por MW a 280W en las dos coordenadas a^* y b^* y entre la papa fresca y en la secada por MW a 420W y 280W en la coordenada b^* únicamente.

CONCLUSIONES

El secado por microondas preserva mejor el color en sus tres parámetros (L^* , a^* y b^*) de la papa criolla que en el secado por convección, el cual degrada en gran proporción estos parámetros, especialmente en las coordenadas a^* y b^* . En este proceso, la potencia de secado es un factor que influye directamente en la degradación del color de la papa criolla en comparación con el color de la papa fresca,

lo cual es debido también por el tiempo de exposición en el secado.

El secado por microondas a 280W es el tratamiento que mejor mantiene las características del color de la papa fresca, pues no se encontraron diferencias estadísticas entre la papa fresca el secado a esta potencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbosa GV, Vega H. Deshidratación de alimentos. (2000). S.A. Zaragoza, España: Editorial Acribia.
- Galema SA. Microwave chemistry.(1997). *Chem Soc Rev.* 26: 233-8.
- Giese J. Color Measurement in Foods as a Quality Parameter (2000).*Journal of Food Technology.* 54 (2): 62-63.
- Mendoza F, Dejmek P and Aguilera JM. Colour and image texture analysis in classification of commercial potato chips (2007). *Food Research International.* 40 (9): 1146-1154.
- Nourian F., Ramaswamy H S and Kushalappa AC. Kinetic changes in cooking quality of potatoes stored at different temperatures. (2003). *Journal of Food Engineering.* 60 (3): 257-266.
- Oztop M, Sahinserpil and Sumnugulum. Optimization of microwave frying of potato slices by using Taguchi technique. (2007).*Journal of Food Engineering.* 79 (1): 83-91.
- Satin M. La irradiación de los alimentos. (1997). Acribia, Zaragoza, España.
- Severini C, Baianoan T, Dpilli T, Carbone BF, and Derossi A. Combined treatments of blanching and dehydration: study on potato cubes. (2005). *Journal of Food Engineering.* 68 (3): 289-296.
- Shivare US, Raghavan GS, Bosisio RG. Modelling of Drying Kinetics of Maize in a Microwave. (1994). *Environm. Journal Agric. Res.* 57 (1): 199-205.
- Vega A, Lemus R. Modelado de la cinética de secado de papaya chilena (*basconcelleapubescens*). (2006). *Información tecnológica.* 17 (3): 23-31.