



Influencia de la temperatura y tiempo de fritura de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Yungay en el color medido por visión computacional

*Influence of Temperature and Time Fried Potato (*Solanum tuberosum*) variety Yungay in the color measured by computer vision*

Jhonatan Morón*, Julio Zamudio, Robinson López, Williams Tacanga

Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agropecuarias (Universidad Nacional de Trujillo) Av. Juan Pablo II s/n, Trujillo, Perú.

Recibido 2 febrero 2013; aceptado 12 junio 2013.

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó el efecto de la temperatura y tiempo de fritura de papa, en la calidad sensorial del color, utilizando análisis de aceptabilidad y métodos de superficie de respuesta para determinar el color óptimo de los tratamientos y luego establecer rangos de características del color L, a, b mediante visión computacional. Las variables seleccionadas en el proceso fueron: tiempo entre 200 y 1200 s y temperatura de fritura entre 130 y 200 °C. Para la aceptabilidad se utilizó un panel de jueces no entrenados, por medio de la prueba hedónica se evaluó el atributo de color. Posteriormente se analizó estadísticamente los resultados mediante el método de superficie de respuesta a un nivel de significancia del 5%. La mejor combinación de tiempo de fritura y temperatura de fritura resultó ser la de 700 segundos y 165 °C.

Palabras clave: Papa, Fritura, Tiempo, Temperatura, Color y Visión Computacional.

ABSTRACT

In this study, we evaluated the effect of temperature and time of frying potatoes in the sensory quality of color, using analysis of acceptability and response surface methods to determine the optimal color treatments and then set ranges. The variables selected in the process were: time (200 - 1200 s) and frying temperature (130-200 °C). For acceptability used a panel of judges untrained through hedonic test evaluated the color attribute. Then the results were analyzed statistically using the response surface method to a novel of significance of 5%. The best combination of frying time and frying temperature turned out to be the 700 seconds and 165 °C.

Keywords: Potato, Frying, Time, Temperature, Color, Computer Vision.

1. Introducción

La papa forma parte importante del sistema alimentario mundial, ya que es el producto no cerealero número uno y su producción alcanzó la cifra de 325 millones de toneladas el 2007. El consumo de papa se extiende vigorosamente en el mundo en desarrollo, donde la facilidad de cultivo y el gran contenido de energía de la papa la han convertido en valioso producto comercial para millones de agricultores. La planta de papa es consumida en el mundo por millones de personas, siendo China el

mayor productor de este tubérculo con 72 millones de toneladas en el año 2007, lo que suma más del 20% de la cosecha mundial (FAOSTAT, 2007)

El consumo de la papa como alimento procesado ha ido adquiriendo cada vez más importancia; en este sentido destacan fundamentalmente las papas prefritas congeladas y las papas fritas en forma de bastones (Kraup, 2006). La atracción del consumidor a la papa frita se debe en gran parte a cambios importantes en su microestructura inducida por la fritura y sus

*Autor para correspondencia.

Email: jhon_16xd@hotmail.com (J. Morón)

efectos sobre la física y las propiedades sensoriales (Pedreschi *et al.*, 2004).

Dentro de las propiedades sensoriales de los alimentos, se encuentra entre otros, el aspecto y el color de la superficie, los cuales son los primeros parámetros evaluados visualmente por el consumidor y tienen relación directa en la aceptación o rechazo del producto, incluso antes de que entre en la boca. La observación de color por lo tanto, permite la detección de determinadas anomalías o defectos que los productos alimenticios pueden presentar (Du y Sun, 2004; Pedreschi, Aguilera y Brown, 2000).

Debido a esto, se están utilizando nuevas herramientas para predecir la calidad de los alimentos, es así como surge la visión computacional, la cual se proyecta como un método alternativo a la evaluación sensorial, pues es una tecnología en la cual se adquiere y analiza una imagen para obtener información y para control de procesos.

2. Materiales y métodos

Para la realización del trabajo de investigación se utilizó Papa variedad Yungay, procedente de la ciudad de Cajamarca, adquirida en el Mercado Mayorista. Se procuró que todas fuesen de tamaño uniforme, sin daños exteriores y rechazando aquellas que aún estaban verdes. Se cortó la papa en 10 bastones por tratamiento con medidas de 50*12*12 mm con una cortadora estándar. Se utilizó una freidora IMACO de 2.1 litros de capacidad acoplada con una termocupla digital que permite un buen control de la temperatura.

El aceite utilizado fue de la marca "Sao" de 100% soya, se utilizó 1.5 litros de aceite por cada 3 tratamientos.

Fritura. Se realizó fritura por inmersión, se colocaron 10 bastones en la canastilla de la freidora y se dejó que el aceite cubra por completo las papas por un tiempo y temperatura definidas por el DCCR (Tabla 1). Luego de la fritura se secaron los bastones con papel absorbente y se colocaron en un desecador de vidrio por 5 minutos.

Toma y análisis de imágenes. La obtención de la imagen digital del bastón de papa frita se realizó mediante un montaje de un sistema de visión computacional, el cual consiste en una caja de color negro, que cuenta con un sistema de iluminación de tubos fluorescente. El cubo de toma de imágenes tiene sus paredes interiores negras y la superficie donde se ubica la muestra es de cartón negro mate, todo esto a fin de evitar alteraciones producidas por brillo sobre la cámara y muestras. Se hizo una toma por muestra y se segmentó en 5 partes (una de cada extremo y una central) para cada papa, en total se adquirieron 550 imágenes segmentadas). El análisis de las fotografías con el software MATLAB (the language of technical Computing), herramienta que posee poderosas funciones que facilitan el trabajo y la visualización de los resultados mediante graficas e imágenes. En este caso se realizó la extracción de la característica del color medida en los parámetros Lab.

Análisis Sensorial. Se realizó mediante el Test de la escala Hedónica, la cual mide la posible aceptación del alimento. La escala tiene 9 puntos: 1 = me disgusta extremadamente; 2 = me disgusta mucho; 3 = me disgusta moderadamente; 4 = me disgusta levemente; 5 = no me gusta ni me disgusta; 6 = me gusta levemente; 7 = me gusta moderadamente; 8 = me gusta mucho; 9 = me gusta extremadamente.

Tabla1. Valores de Aceptabilidad de Color, L, a y b de papa, tiempo (t) y Temperatura (T)

	Tiempo (s)	Temperatura (°C)	Acept. Color	L	a	b
T1	1054	190	2.46	84.119	-3.282	43.252
T2	1054	140	4.81	85.057	-4.059	40.011
T3	345	190	4.66	89.454	-6.901	31.171
T4	345	140	6.04	91.243	-7.181	26.681
T5	200	165	4.02	88.941	-6.981	26.454
T6	1200	165	2.48	84.169	-6.287	31.896
T7	700	130	5.17	88.314	-7.601	31.676
T8	700	200	6.51	85.569	-4.842	38.244
T9	700	165	7.82	87.024	-5.072	39.171
T10	700	165	8.02	87.799	-7.552	32.532
T11	700	165	8.21	87.828	-7.532	33.903

Tabla 2. Análisis de regresión para el color de papa

	Acept. Color		L		a		b	
	Coef.	p	Coef.	p	Coef.	p	Coef.	p
Media/intercepto	8.0085	0.00002	87,5540	0,0000	-6,7277	0,0006	35,1728	0,000025
(1)Tiempo (L)	-1.3972	0.08392	-2,8087	0,0949	1,9335	0,1315	8,2977	0,035793
Tiempo (Q)	-4.7936	0.00159	1,2499	0,4773	0,6241	0,6461	-4,4265	0,257956
(2)Temperatura(L)	-0.4694	0.50341	-1,6594	0,2803	1,2421	0,3009	4,2747	0,203280
Temperatura (Q)	-2.2246	0.03615	-0,8964	0,6098	1,0646	0,4482	1,4413	0,698431
1L by 2L	-0.4826	0.62097	0,4251	0,8343	0,2495	0,8757	-0,6239	0,885300

Para este análisis se utilizaron 26 jueces no entrenados y se tomó respuesta para cada una de los 10 bastones de cada tratamiento.

Análisis Estadístico. Se realizó mediante el programa Statistics 8.0, en el DCCR se llevó a cabo el análisis de regresión, Análisis de varianza y Superficie de respuesta para determinar los niveles óptimos de las variables independientes tiempo y temperatura de fritura, en relación con los parámetros estudiados de aceptabilidad (medida por el análisis sensorial), L, a y b (Variables de Visión Computacional.)

(color), junto con sus respectivos valores L, a y b obtenidos en visión computacional.

En la Tabla 1 observamos que los tratamientos 1 y 6 fueron los que menos aceptabilidad en cuanto a color tuvieron, esto debido a coloraciones oscuras en los bordes del bastón de papa. El color de las papas es una variable muy importante y en gran medida el resultado de la reacción de Maillard que depende del contenido de azúcares reductores y aminoácidos, la temperatura y el tiempo de freído (Pedreschi *et al.*, 2004).

Del análisis de regresión no se consiguió ningún modelo que prediga el comportamiento de las variables aceptabilidad de color, L, a, b.

Las variables poseen un alto grado de coeficiente de determinación ($R^2 = 0.90$, $R^2_{adj} = 0.80$).

De la figura 2 observamos que tanto la temperatura como el tiempo son variables significativas al 5%

Además Gökmen *et al.* (2006) demuestran que la coloración oscura en gran medida se debe a la acrilamida formada durante la fritura de patatas en la superficie y en las regiones cercanas a la superficie, donde se alcanzan las temperaturas más altas durante el proceso de fritura.

Utilizando Statistica 8.0 y con los datos de la Tabla 1, se obtuvo el Análisis de Regresión.

Esta validación estadística nos permite interpretar los resultados mediante las superficies de respuesta. En la figura 3, se muestra la figura de contorno para la Aceptabilidad del color de la papa frita.

Se realizó el proceso de optimización para cada variable, para las variables L, a y b se tuvo como parámetro el valor de los parámetros optimizados de la aceptabilidad del color que están señalados por un color rojo oscuro en la figura 4(i) con unos rangos

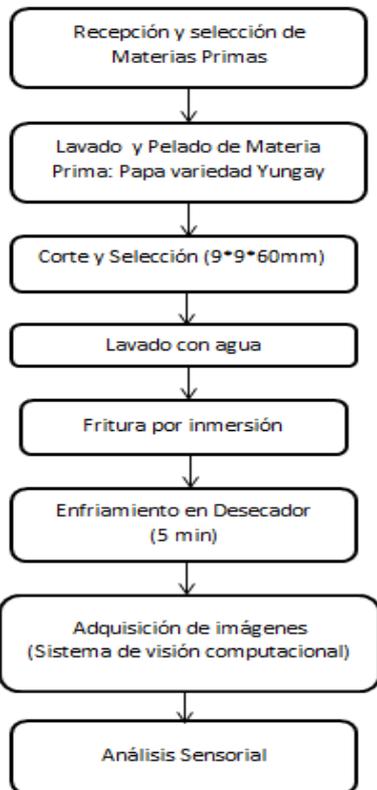


Figura 1. Flujograma del proceso.

3. Resultados y discusión

En la Tabla 1 observamos los valores reales y su respuesta en el análisis sensorial

de temperatura entre 140 – 185 °C y de tiempo entre 400 – 800 segundos.

Los valores óptimos de L se encuentran entre 90 – 87, los valores óptimos de a entre -5 a -7 y los de la variable b entre 40 y 30.

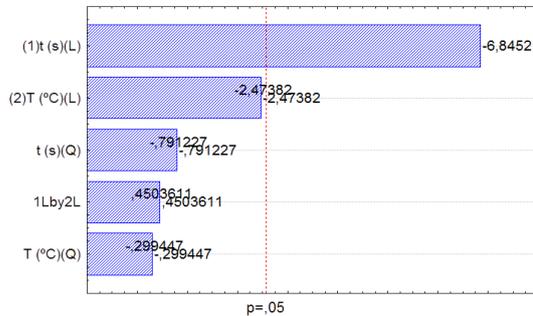


Figura 2. Efecto en la variable Aceptabilidad de color.

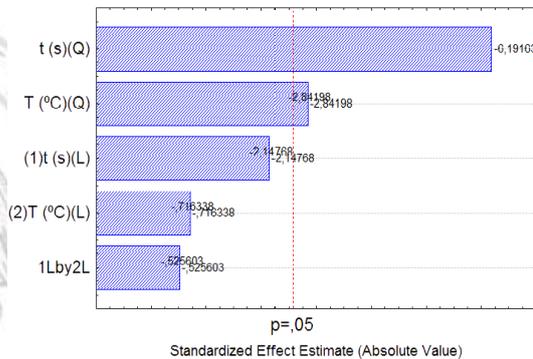
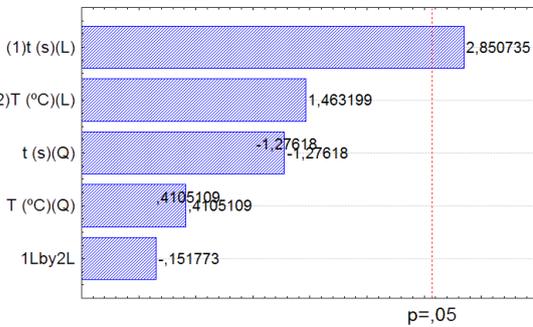
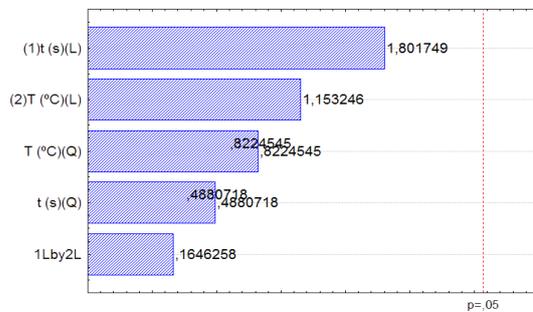


Figura 3. Efecto en las variables L, a, b.

Nuestro rango de temperatura se encuentra dentro de la temperatura óptima de fritura reportada por Verdu y Carazo (1995) igual a 180° C.

Romani *et al.* (2008) en un estudio de caracterización de calidad de papas, alcanzaron un grado de freído satisfactorio en un lapso de 8-12 minutos, después de este tiempo el alimento se torna en un producto muy dorado y forma una costra gruesa y se produce un encogimiento.

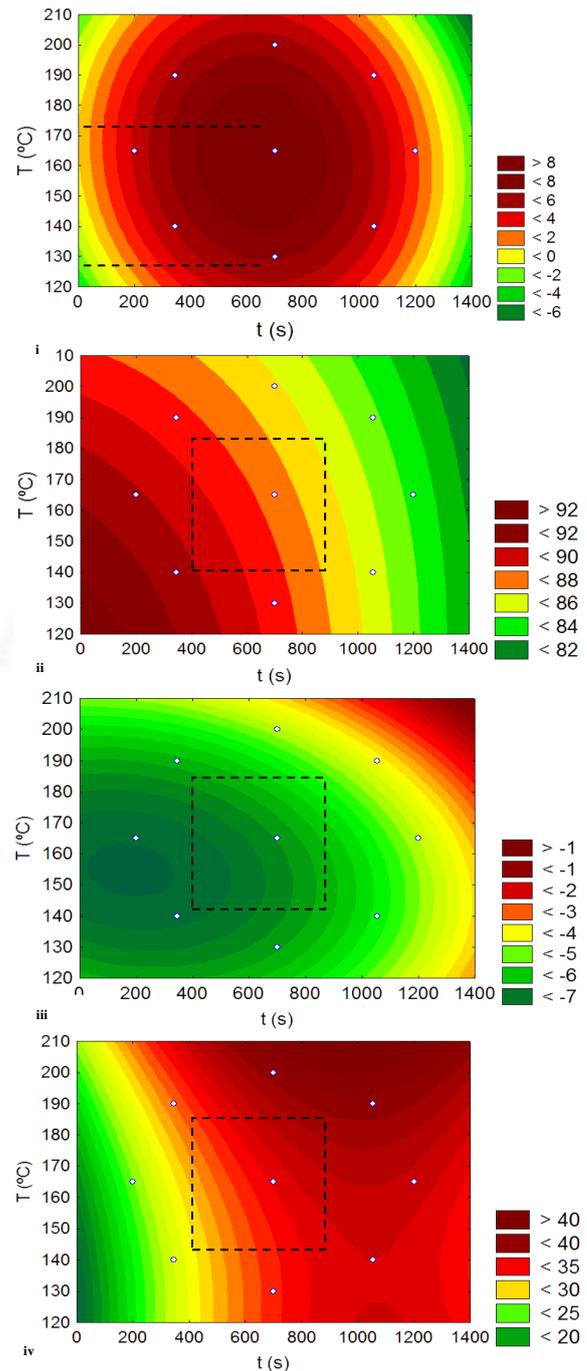


Figura 4. Superficies de respuesta para la (i) aceptabilidad del color de la papa, (ii) L, (iii) a y (iv) b respectivamente.

Bouchon *et al.* (2002) afirman que las temperaturas óptimas y más comunes están en el rango de 170 a 190 °C un poco más elevadas a nuestros datos.

McGuire (1992), describe los valores de luminosidad en un rango de 1 a 100, donde 0 es color negro y conforme este valor aumenta, la luminosidad del producto también, la variable a con valores negativos para colores familiares a verde y la variable b, con valores positivos para colores amarillos, como así lo demuestran los resultados.

La luminosidad (L), posee un valor bajo, para las muestras con menor aceptabilidad del color, las cuales presentaron colores oscuros al igual que Cantos *et al.* (2002), quienes usaron la luminosidad para definir la susceptibilidad de distintas variedades de papa al pardeamiento enzimático cuando el tubérculo se corta y expone al oxígeno.

4. Conclusiones

Los valores de temperatura y tiempo óptimo para la fritura de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Yungay están en un rango de 140-185 °C y 400-800 segundos respectivamente. Los rangos óptimos de L, a, b se encuentran 90 a 87, -5 a -7 y 40 a 30 respectivamente.

5. Referencias Bibliográficas

Bouchon, P.; Aguilera, J.M.; Pyle, D.L. 2002. Structure oil-absorption relationships during deep-fat frying. *Journal of Food Science*. 68: 2711-2716.

Cantos, E.; J. A. Tudela; M. I. Gil; J. C. Espín. 2002. Phenolic compounds and related enzymes are not rate limiting in browning development of fresh-cut potatoes. *Journal of Agric. Food Chem*. 50(10): 3015-302.

Du, C.; Sun, D. 2004. Recent developments in the applications of image processing techniques for food quality evaluation. *Trends in Food Science & Technology* 15: 230-249.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. Año Internacional de la papa 2008. Disponible en: <<http://www.potato2008.org/es/mundo/index.html>> [consulta: agosto 2012].

Gökmen, V.; Palazog˘lu, T.; Shenyuva, H.; 2006. Relation between the acrylamide formation and time-temperature history of surface and core regions of French fries. *Journal of Food Engineering* 77, 972-976.

Kraup, C. 2006. Tubérculos. Disponible en: [Enlínea]<http://www.puc.cl/sw_educ/cultivos/papa/tuberc1.htm> [consulta: agosto 2012]

McGuire, R. G. 1992. Reporting of objective color measurements. *Hortscience* 27(12):1254-1255.

Pedreschi, F.; Aguilera, J.; Pyle, L. Textural 2004 Characterization and Kinetics of Potato Strips During Frying. *Food Engineering and Physical Properties*. 66: 314-318.

Pedreschi, F.; Mery, D.; F. Mendoza; J. Aguilera. 2004. Classification of potato chips using pattern recognition. *J. Food Sci*. 69(6): 264-270.

Romani, S.; Bacchiocca, M.; Rocculi, P.; Dalla-Rosa, M. 2009. Influence of frying conditions on acrylamide content and other quality characteristics of French fries. *Journal of Food Composition and Analysis* 22: 582-588.

Verdu, J.; E. Carazo.; R. 1995. Análisis en tiempos y temperaturas de frituras de tuberculos. Segunda Edición. Fundación universitaria iberoamericana. pag 324.

