

Evolución de la textura y absorción de agua en frijol azufrado sometido a diferentes tiempos de remojo y cocción

J.A. Barajas-Ramírez, D.A. Moncada-Abaunza, V.G. Aguilar-Raymundo y R. Castro-Berber
Ingeniería Agroindustrial, Universidad Politécnica de Pénjamo.

jabarajas@uppenjamo.edu.mx

RESUMEN:

El frijol tipo azufrado es un grano ampliamente consumido en México. La capacidad de absorción de agua y la dureza del frijol son parámetros de calidad. Las técnicas culinarias comúnmente aplicadas en la preparación para su consumo incluyen un remojo seguido de la cocción. En este trabajo se evaluó el efecto del remojo cada hora durante 24 horas y la cocción durante tres horas sobre la capacidad de absorción de agua y cuatro parámetros de textura (dureza, cohesividad, elasticidad y adhesividad) del grano de frijol de cosecha reciente. Los resultados indican que tiempos de remojo y cocción de dos horas son suficientes para obtener un producto con características homogéneas.

Palabras clave: Frijol, procesamiento, textura

ABSTRACT:

The azufrado bean is a grain widely consumed in Mexico. Water absorption capacity and the hardness of the beans are quality parameters. Culinary techniques commonly applied in its preparation for consumption includes soaking followed by cooking. In this work, the effect of soaking every hour for 24 hours and cooking for three hours on the water absorption capacity and four texture parameters (hardness, cohesiveness, elasticity and adhesiveness) of fresh bean grain were evaluated. The results indicate that soaking and cooking times of two hours are sufficient to obtain a product with homogeneous characteristics.

Keywords: Bean, processing, texture

INTRODUCCIÓN

El frijol (*Phaseolus vulgaris*) es un cultivo estratégico y en el 2016 ocupó el tercer lugar en superficie sembrada en México. El grano de frijol es una fuente importante de proteínas y carbohidratos complejos y es un alimento básico entre los principales productos consumidos en México (Sangerman-Jarquín *et al.*, 2010). Existe una amplia diversidad de variedades de frijol, pero en general se puede considerar tres principales tipos: los claros como el azufrado, bayo y mayocoba, de mayor consumo en los estados del norte del país, los frijoles pinto y flor de mayo, consumidos mayormente en el centro y centro-norte de México, y los frijoles negros consumidos mayoritariamente en el centro y sur de la república mexicana (Castellanos *et al.*, 1997).

El frijol, dependiendo del tipo y variedad, contiene entre el 14 y el 33% de proteína y entre 52 y 76% de carbohidratos. Además contiene diversas sustancias químicas conocidas como componentes antinutricionales, entre los que se encuentran los inhibidores de tripsina, taninos, lecitinas y algunos oligosacáridos para los cuales el intestino humano no cuenta con enzimas que los hidrolicen, por lo que, si el grano no es tratado adecuadamente, puede ocasionar malestares estomacales y flatulencia (Ulloa *et al.*, 2011). Los tratamientos culinarios empleados comúnmente para la preparación para el consumo del frijol incluyen el remojo y la cocción (Mederos, 2006), con lo que se reduce de forma importante la presencia de tales factores antinutricionales (Fernandes *et al.*, 2010; Ulloa *et al.*, 2011). El agua utilizada en el remojo puede ser desechada o utilizarse para el cocimiento del frijol (Espinoza-Andrews y Sanchez, 2010). Aunque la mayoría de las investigaciones concuerdan en que existen mayores ventajas en eliminar el agua de remojo para realizar la cocción del grano (Fernandes *et al.*, 2010).

En diversas investigaciones se ha evaluado el efecto que tienen el remojo y diferentes tratamientos térmicos sobre aspectos bioquímicos del grano de frijol, como la digestibilidad de las proteínas, la persistencia de factores antinutricionales y la presencia de compuestos bioactivos. Estos tratamientos pueden afectar también aspectos físicos como la textura y la evolución de la absorción de agua del grano durante el proceso de remojo y cocción (Espinoza-Andrews y Sanchez, 2010), aunque existen pocos referentes de la evaluación instrumental de ello (Gálvez *et al.*, 2009; Mendes *et al.*, 2011), la cual es recomendable para realizar evaluaciones sensoriales objetivas con paneles entrenados.

La capacidad de absorción de agua y la dureza del grano de frijol son indicadores comunes de calidad (Acosta-Gallegos *et al.*, 2008), y se encuentran relacionados con su frescura (Mederos y Reynaldo, 2007). Identificar los tratamientos necesarios de tiempos de remojo y cocción para obtener parámetros numéricos, evaluados instrumentalmente, pueden aportar en referentes para el establecimiento posterior de parámetros de calidad sensorial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material experimental. Se adquirió frijol tipo azufrado de cosecha reciente del ciclo otoño-invierno, directamente con productores de Santiago Ixcuintla, Nayarit. El grano fue trasladado al laboratorio de la Universidad Politécnica de Pénjamo, donde fue limpiado y lavado antes de separarse para aplicar los tratamientos experimentales.

Pretratamiento. Se colocaron muestras de 15 g de frijol en un recipiente. Se agregaron 75 mL de agua destilada y se dejó reposar a temperatura ambiente ($18\pm 1^\circ\text{C}$). Se tomaron muestras cada hora durante 6 horas y posteriormente a las 12 y las 24 horas para las determinaciones de absorción de agua y análisis de perfil de textura. El agua de remojo fue eliminada en las muestras que se emplearon para cocción.

Cocción. Se colocaron 75 mL de agua destilada en vasos de precipitados. Una vez que el agua comenzó a hervir, se colocaron 15 g de frijol previamente remojados durante 12 horas y se cubrieron (Mederos y Reynaldo, 2007). Las muestras fueron cocidas en planchas de calentamiento. Se tuvieron cinco tratamientos correspondientes a los tiempos de cocción de 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 y 3.0 horas.

Capacidad de absorción de agua (CAA). Las muestras de frijol fueron pesadas antes y después del pretratamiento. La capacidad de absorción de agua se calculó por diferencia de peso final e inicial (Mederos y Reynaldo, 2007).

Textura. Se empleó un analizador de textura CT3 (Brookfield) adicionado con una sonda metálica de 2 mm de diámetro (Dos Santos *et al.*, 2013). La textura se analizó de manera individual en 10 granos de cada réplica a una velocidad de carga de 1 mm/s y 75% de penetración. Se registraron los parámetros de dureza, cohesividad, elasticidad y adhesividad.

Análisis estadístico. Las determinaciones fueron realizadas por triplicado. Se empleó un diseño completamente aleatorizado. Los datos fueron analizados con ANOVA y prueba de medias de Tukey con $\alpha < 0.05$, mediante el software XLSTAT para Microsoft Excel versión 2014 (Addinsoft).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Capacidad de absorción de agua (CAA). La evolución de los porcentajes de capacidad de absorción de agua en frijol azufrado se presenta en la figura 1. Durante las primeras seis horas el grano mostró incrementos significativos en la CAA, logrando la estabilización a las 12 horas de remojo, a partir de las cuales no se apreciaron cambios [$F_{(7,16)}=166.20$; $P < 0.0001$], lo que implica la saturación de las estructuras celulares.

Los resultados observados en este experimento corresponden con lo encontrado por Mederos y Renaldo (2007) en 11 variedades mejoradas de frijoles de colores negro y rojo, quienes señalaron que las CAA tras 18 horas de remojo oscilaron entre 93 y 107 % en frijoles de color rojo, mientras que en los frijoles negros la CAA fue de entre 109 y 125 %. Las diferencias en la CAA pueden deberse al tipo y cantidad de proteína existentes en el grano, aunque el contenido de polifenoles y lignina pueden contribuir a reducir la absorción de agua (Rocha-Guzmán *et al.*, 2013).

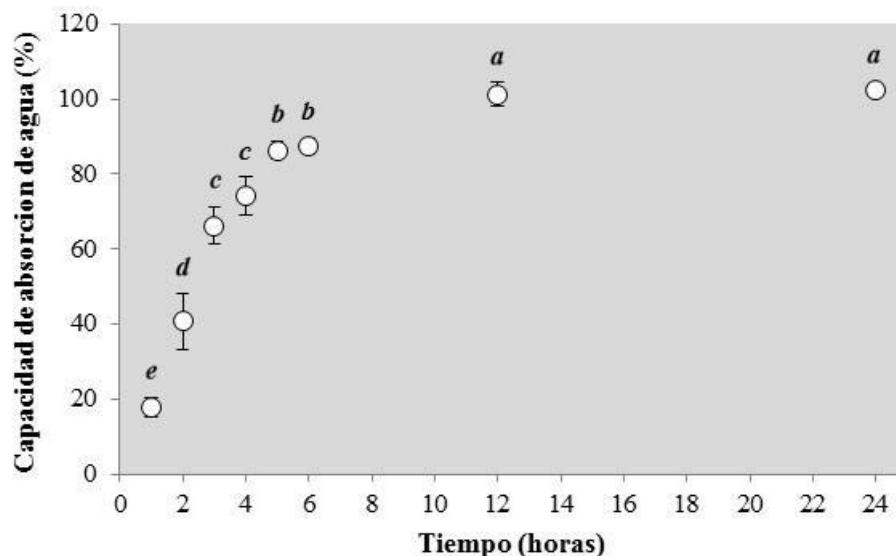


Figura 1. Capacidad de absorción de agua en granos de frijol azufrado sometido a diferentes tiempos de remojo. Se muestran media y desviación estándar de tres determinaciones. Letras diferentes indican diferencia significativa (Tukey, $P < 0.05$)

Textura. Los resultados de los análisis de textura realizados en el frijol durante el remojo y la cocción son mostrados en la tabla I. Se observó el efecto de los tiempos de remojo sobre la dureza del grano [$F_{(7,72)}=53.43$; $P < 0.0001$], disminuyendo considerablemente a partir de la primera hora de inmersión en agua y estabilizándose a partir de la segunda. Asimismo, se aprecia un efecto importante sobre la elasticidad [$F_{(7,72)}=36.96$; $P < 0.0001$], en la que la capacidad de recuperación del material se mantuvo hasta las tres horas de remojo, con un punto de inflexión a la cuarta hora y manteniéndose constante a partir de ese momento. El efecto del remojo sobre la adhesividad, por su parte, no fue apreciado [$F_{(7,72)}=1.91$; NS].

El tiempo de cocción afectó los parámetros de textura determinados en este experimento. La dureza del grano de frijol se redujo hasta alcanzar valores constantes a las dos horas de tratamiento térmico [$F_{(4,45)}=46.19$; $P < 0.0001$]. este tratamiento tuvo el mismo efecto sobre las variables de cohesividad y elasticidad [$F_{(4,45)}=3.99$; $P < 0.01$ y $F_{(4,45)}=28.01$; $P < 0.0001$, respectivamente]. La adhesividad, de manera similar que en el pretratamiento, no fue afectada por los tiempos de cocción empleados en este estudio.

Los resultados de los parámetros de textura reportados aquí, concuerdan con lo reportado por Espinosa-Andrews y Sánchez (2010), quienes aplicaron tiempos de remojo de 24 horas en frijol azufrado y tiempos de cocción de hasta 2 horas. En dicho estudio se reportan los efectos sobre la dureza del grano y señalan que tiempos de cocción de dos horas en frijol azufrado son suficientes para generar un grado de cocción cercano al 95%. A diferencia del mencionado reporte, en este trabajo se observó que los esfuerzos necesarios para la penetración del grano se mantienen estables después de las dos horas de cocción. Es posible que diferencias agronómicas sean responsables de las diferencias en los hallazgos entre aquél estudio y el presente.

Tabla I. Parámetros de textura en frijol azufrado durante su remojo y cocción

		<u>Dureza (g)</u>	<u>Cohesividad</u>	<u>Elasticidad (mm)</u>	<u>Adhesividad (mJ)</u>
Remojo	0	12,139.5 <i>a</i>	0.03 <i>a</i>	0.08 <i>a</i>	0.05
	1	8,391.5 <i>b</i>	0.03 <i>ab</i>	0.08 <i>a</i>	0.04
	2	1,889.7 <i>c</i>	0.05 <i>bc</i>	0.07 <i>a</i>	0.02
	3	1,764.2 <i>c</i>	0.05 <i>bc</i>	0.08 <i>a</i>	0.02
	4	1,681.5 <i>c</i>	0.04 <i>abc</i>	0.15 <i>b</i>	0.63
	5	1,724.8 <i>c</i>	0.05 <i>bc</i>	0.32 <i>c</i>	0.01
	6	1,621.0 <i>c</i>	0.05 <i>abc</i>	0.34 <i>c</i>	0.33
	12	1,564.8 <i>c</i>	0.06 <i>c</i>	0.38 <i>c</i>	0.06
Cocción	1.0	2,370.5 <i>a</i>	0.18 <i>a</i>	1.18 <i>a</i>	0.03
	1.5	1,955.1 <i>b</i>	0.19 <i>a</i>	1.14 <i>a</i>	0.04
	2.0	1,514.2 <i>c</i>	0.16 <i>b</i>	0.89 <i>b</i>	0.03
	2.5	1,469.1 <i>c</i>	0.17 <i>ab</i>	0.89 <i>b</i>	0.07
	3.0	1,279.4 <i>c</i>	0.17 <i>b</i>	0.79 <i>b</i>	0.10

Se presenta media (SD) de diez determinaciones. Letras diferentes indican diferencia significativa (Tukey, $P < 0.05$).

Los tiempos de remojo tuvieron efecto en los parámetros de textura analizados. Este fenómeno puede estar relacionado con el hecho de que la hidratación de las células contribuya al debilitamiento y rompimiento de las membranas celulares con menores esfuerzos (Alfonzo, 2000). Aunque la presencia de proteínas resistentes al calor (Espinosa-Andrews y Sánchez, 2010) pudo haber ocasionado que la dureza del grano se establezca en valores superiores a los observados en otras variedades de frijol (Dos Santos *et al.*, 2013; Mendes *et al.*, 2011).

En este trabajo se identificaron tiempos de remojo y cocción de frijol necesarios para la obtención de un producto alimenticio con características homogéneas. Este trabajo puede contribuir a la estandarización de los procesos de preparación para facilitar la comparación de resultados entre estudios y para la preparación de muestras con miras a la obtención de parámetros de calidad sensorial.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta-Gallegos, J. A.; Mendoza, H. F. M.; Aguilar, G. B.; Esquivel, E. G.; Rodríguez, G. R. y Guzmán, M. S. H. 2008. Negro Guanajuato, nueva variedad de frijol para el centro de México. *Agricultura Técnica en México*, 34(1), 107-111.
- Alfonzo, G. G. C. 2000. Efecto del tratamiento térmico sobre el contenido de fibra dietética total, soluble e insoluble en algunas leguminosas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 50(3), 281-285.
- Castellanos, J. Z.; Guzmán-Maldonado, H.; Jiménez, A.; Mejía, C.; Muñoz-Ramos, J. J.; Acosta-Gallegos, J. A.; Hoyos, G.; López-Salinas, E.; González, D.; Salinas-Pérez, R.; González-Acuña, J.; Muñoz-Villalobos, J. A.; Fernández, P. y Cazares, B. 1997. Hábitos preferenciales de los consumidores de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en México. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 47, 163-168.
- Dos Santos, S. B.; Pereira, V. R.; Fernandes, K. F. y Zaczuk, B. P. 2013. Hardness of carioca beans (*Phaseolus vulgaris* L.) as affected by cooking methods. *LWT - Food Science and Technology* 54, 13-17.
- Espinosa-Andrews, H. y Sánchez, A. H. M. 2010. Análisis térmico del grado de cocción en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 27-28 mayo de 2010. Guanajuato, Mexico.

- Fernandes, A. C.; Nishida, W. y da Costa, P. R. P. 2010. Influence of soaking on the nutritional quality of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) cooked with or without the soaking water: a review. *International Journal of Food Science and Technology*. 45, 2209 – 2218.
- Gálvez, R. L.; Genovese, M. I. y Lajolo, F. M. 2009. Effect of different cooking conditions on phenolic compounds and antioxidant capacity of some selected Brazilian bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 57, 5734 – 5742.
- Mederos, Y. 2006. Indicadores de la calidad en el grano de frijol (*Phaseolus vulgaris*, L). *Cultivos Tropicales*. 27(3), 55-62.
- Mederos, Y. y Reynaldo, I. M. 2007. Determinación de indicadores de calidad en 11 genotipos de la especie *Phaseolus vulgaris*, L. *Cultivos Tropicales*. 28(4), 51-56.
- Mendes, N. S. R.; Silva, Y. P. A.; Tiraboschi, P. C. A.; Takeuchi, K. P.; Souza, A. R. M. y Arthur, V. 2011. Evaluation of the texture of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) of the variety Carioca treated by gamma irradiation process. *International Nuclear Atlantic Conference*. Belo Horizonte, Brazil, October 24-28, 2011.
- Rocha-Guzmán, N.E.; Gallegos-Infante, J. A.; González-Laredo, R. F.; Cardoza-Cervantes, V.; Reynoso-Camacho, R.; Ramos-Gomez, M.; García-Gasca, T. y De Anda Salazar, A. 2013. Evaluation of culinary quality and antioxidant capacity for Mexican common beans (*Phaseolus vulgaris* L) canned in pilot plant. *International food Research Journal*. 20(3), 1087-1093.
- Sangermán-Jarquín, D. M.; Acosta-Gallegos, J. A.; Schwenstesius, R. R.; Damián, H. M. A. y Larqué, S. B. S. 2010. Consideraciones e importancia social en torno al cultivo del frijol en el centro de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 1(3), 363-380.
- Ulloa, J. A.; Ulloa, P. R., Ramírez, R. J. C. y Ulloa, R. B. E. 2011. El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. *Fuente*. 3(8), 5-9.