

CARACTERIZACIÓN DE MASAS CON BASE EN MEZCLAS DE FRIJOL - MAÍZ Y GARBANZO - MAÍZ.

Hernández-Olivas, E.^{a*}, Rocha-Esparza, M.A.^a, Márquez-Meléndez, R.^a, Talamas-Abbud, R.^a, Galicia-García, T.^a, Torres-Flores, N.^a, Ramírez-Wong, B.^b.

^a Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Químicas, Secretaria de Investigación y Posgrado, Circuito No. 1, Nuevo Campus Universitario, C.P. 31125, Chihuahua, Chih., México. * everhdzo@gmail.com

^b Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos, Universidad de Sonora, Blvd. Luis Encinas y Rosales S/N, Col. Centro, C.P. 83000, Hermosillo, Sonora, México.

RESUMEN:

Se caracterizaron masas de mezclas de harinas de maíz-frijol y maíz-garbanzo. Se utilizó harina de maíz comercial (Macsa®) como base y se elaboraron harinas de frijol y garbanzo que fueron caracterizadas mediante análisis proximal, granulometría, color y calorimetría diferencial de barrido (DSC). Se elaboraron mezclas de masas a partir de sustituciones de harina de maíz por harinas de leguminosas adicionando agua hasta la consistencia estándar. A las masas se les determinó rendimiento, color, humedad, adhesividad y cohesividad, comparándolas contra un control. El rendimiento disminuyó hasta 13% y 17% al sustituir harina de maíz por harinas de frijol y garbanzo, respectivamente. La humedad también disminuyó al incrementar la sustitución de harinas de leguminosas. Todas las masas mostraron diferencia significativa en cohesividad y la masa con 60% maíz y 40% frijol mostró diferencia significativa en adhesividad. El color fue diferente en todas las masas de las mezclas de maíz-frijol disminuyendo su luminosidad y aumentando los valores a^* y b^* y en las mezclas de maíz-garbanzo mostraron diferencia significativa principalmente en el valor de b^* , haciendo las masas más amarillas. Las masas analizadas pueden ser una opción para la fabricación de productos alimenticios de mayor calidad nutricional.

ABSTRACT:

Bean-corn and chickpea-corn doughs were characterised. Corn flour comercial (Macsa®) was used and bean and chickpea flours were made and characterised by proximal analysis, granulometric analysis, color and DSC. Doughs were made by substitution corn flour by chickpea and bean at standard consistence. Doughs were characterised by yield, color, moisture, adhesiveness and cohesiveness and were compared with a dough control without addition. Yield decreased to 13% and 17% when replacing corn flour by chickpea and bean flours, respectively. Moisture content also decreased when replacing increased. All doughs showed significant difference in cohesiveness and 60% corn – 40% bean dough showed to be different in adhesiveness. Color were different in all corn-bean doughs, decreasing its luminosity and increasing a^* and b^* values and in corn-chickpea doughs showed significant difference mainly in b^* value, turning more yellow doughs. Doughs analized can be a option to make higher nutritional quality food products.

Palabras clave:

Garbanzo, Frijol, Maíz.

Keyword:

Chickpea, Bean, Corn.

Área: Cereales, Leguminosas y Oleaginosas

INTRODUCCIÓN

Hoy en día el reto es producir alimentos más nutritivos y de mayor calidad, utilizando nuevas tecnologías y materias primas no convencionales (Cardoso et al, 2001).

Las leguminosas son los alimentos vegetales con mayor nivel de proteína y pueden suministrar un promedio de 16-20% de la ingesta total de proteína. Sin embargo son deficientes en

metionina y cisteína (Belitz et al, 2009), además su uso se limita por la presencia de compuestos antinutricionales que pueden ser eliminados o reducidos por cocimiento o con otras tecnologías simples (Belitz et al, 2009). El frijol (*Phaseolus vulgaris*) y garbanzo (*Cicer arietinum*) tienen una importante composición de proteína de 24.1% y 22.7%, respectivamente (Belitz et al, 2009).

El consumo de maíz (*Zea mays*) en México representa la principal fuente de proteína y energía. Las harinas de maíz obtenidas de la nixtamalización son usadas en todo el mundo para preparar una amplia variedad de productos para el consumo humano. Sin embargo el maíz es deficiente en lisina y en triptófano, principalmente, lo que hace al maíz un alimento de calidad nutricional reducida. Por otro lado las leguminosas aportan aminoácidos como lisina y triptófano, lo que hace al maíz y a las leguminosas productos complementarios para lograr calidad nutricional (Belitz et al, 2009; Milán et al, 2007).

El garbanzo a pesar de ser una excelente materia prima, no se incluye en los hábitos alimenticios de los mexicanos (Cardoso et al, 2001). Por otro lado, frijol de baja calidad (quebrado) podría utilizarse para llevar a cabo mezclas con maíz y lograr alimentos de mayor calidad nutricional. Es por esto que el objetivo de este trabajo fue valorar el efecto de la adición de harina de garbanzo y harina de frijol a una harina de maíz en las propiedades fisicoquímicas tanto de harinas como de masas, para su posible utilización en la elaboración de alimentos de mayor calidad nutricional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima.

Se utilizaron granos de frijol y garbanzo del mercado local (Central de abastos, Chihuahua, Chih.) para la obtención de harinas, la harina de maíz se obtuvo por grupo Molinos de Anáhuac S.A. (Macsa®). A los granos de garbanzo y frijol se les determinó humedad, proteína, grasa, fibra cruda y cenizas de acuerdo a los métodos oficiales de la AOAC 950.02, 960.52, 920.53, 920.39, 962.09, y 923.03, respectivamente, carbohidratos se determinó por diferencia.

Los granos tuvieron un peso de 1000 granos de 697.73 g y 303.26 g, peso hectolítrico de 80.68 kg/100L y 79.82 kg/100L y dimensiones de 12.63x9.10x8.66 mm y 12.20x7.71x4.95 mm suponiendo una geometría rectangular paralelepípedo, para garbanzo y frijol, respectivamente.

Los granos fueron limpiados, seleccionados y lavados, posteriormente se pusieron en remojo durante 24 horas (1:5 grano-agua), se secaron durante 12 horas a 65°C. Los granos secos fueron molidos con una malla 14. Las harinas obtenidas se almacenaron en bolsas herméticas a 5°C para su posterior análisis.

Las masas fueron preparadas en base en mezclas de maíz-frijol y maíz-garbanzo a una consistencia estándar, de acuerdo a las proporciones especificadas en el diseño de experimentos.

Análisis de harinas

A las harinas se les determinó un análisis proximal, un análisis de granulometría, color y calorimetría diferencial de barrido. En el análisis proximal se determinó por triplicado humedad, proteína, grasa, fibra cruda y cenizas de acuerdo a los métodos oficiales de la AOAC 950.02, 960.52, 920.53, 920.39, 962.09, y 923.03 (AOAC, 1998). Carbohidratos fueron calculados

restando los porcentajes de los demás componentes a 100%. El análisis granulométrico se realizó por triplicado según Combariza et al., 2006 con ligeras modificaciones, usando tamices de malla 35, 40, 60, 80 y 100 en un equipo Test Sieve Shaker Ro-Tap® RX-29-E (W.S. TYLER, Mentor, Ohio, U.S.A.) durante 15 minutos en análisis grueso, las fracciones fueron recolectadas y pesadas para obtener su porcentaje. Para el análisis de color se obtuvieron los valores L^* , a^* y b^* de 10 mediciones usando un colorímetro Konica Minolta CR-400/410, Japón (Ruiz et al., 2010). Para la calorimetría diferencial de barrido (DSC) se usó un Calorímetro TA Instruments (Q-200, Crawley, England) realizando por triplicado la metodología descrita por Ruiz et al., 2010 se obtuvieron termogramas de flujo de calor y fueron analizados con el software Universal Analysis para obtener los valores de temperatura inicial de gelatinización (T_0), temperatura pico de la gelatinización (T_p), temperatura del final de la gelatinización (T_f) y la entalpia de gelatinización (ΔH).

Análisis de masas

A las masas obtenidas de las diferentes mezclas maíz-frijol y maíz-garbanzo se les determinó humedad, rendimiento, color y adhesividad y cohesividad. La humedad se determinó de acuerdo al método oficial 950.02 (AOAC, 1998), el rendimiento fue determinado según Sánchez et al., 2009 y se obtuvo la cantidad de masa de consistencia estándar que puede ser obtenida de 1kg de harina o mezcla de harinas y se reportó como kg de masa / kg de harina. Por otro lado se realizó el análisis de color donde se obtuvieron los valores L^* , a^* y b^* de 6 mediciones usando un colorímetro Konica Minolta CR-400/410, Japón (Sánchez et al., 2012). Las pruebas de adhesividad y cohesividad se realizaron mediante un análisis de perfil de textura (TPA) utilizando un texturómetro TA.XT2 (Texture Analyser plus, UK) siguiendo la metodología utilizada por Sánchez, 2012 donde 10 muestras fueron analizadas para obtener el valor medio para cada masa.

Análisis estadístico.

Se utilizaron dos diseños completamente al azar de un solo factor, cada diseño consistió de 5 fórmulas de mezclas de harinas (100% Maíz, 90% Maíz – 10% Leguminosa, 80% Maíz – 20% Leguminosa, 70% Maíz – 30% Leguminosa y 60% Maíz – 40% Leguminosa). Las formulas estuvieron compuestas por las mezclas de las harinas de maíz y de garbanzo para el primer diseño y las harinas de maíz y de frijol para el segundo diseño.

Para el análisis de granos y harinas se utilizó un ANOVA y diferencias de medias de Tukey ($p < 0.05$). Para el análisis de masas se utilizó un ANOVA y diferencias de medias con una prueba de Dunnett ($p < 0.05$), siendo la masa de 100% maíz el control.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de harinas

Los resultados del análisis proximal realizado a las harinas de garbanzo, frijol y maíz se encuentran en la Tabla 1. Entre las harinas de garbanzo y maíz no hubo diferencia significativa en humedad, proteínas y carbohidratos, sin embargo si hubo diferencia significativa en cenizas, grasa y fibra cruda. Por otro lado la harina de maíz se mostró diferente en todos los componentes con respecto a las harinas de garbanzo y frijol. Se obtuvieron resultados similares a la composición proximal en granos reportado por algunos autores, tanto en garbanzo como en frijol (Belitz et al., 2009).

Se determinó también la distribución de tamaño de partícula de las harinas de garbanzo, frijol y maíz. Los resultados obtenidos del análisis de granulometría (Tabla 1) muestran que la mayoría de las partículas tienen un tamaño superior a 150 μm (malla 100) obtenido del proceso de molienda.

En el análisis de color (Tabla I) la harina de garbanzo mostró mayor luminosidad, seguido del maíz y por último frijol, el valor de a^* en garbanzo nos indica tendencia a tonos ligeramente verdes y en frijol a tonos ligeramente café; por otro lado en el valor b^* en todas las harinas se encontró tendencia al color amarillo, teniendo mayor tendencia la harina de garbanzo, seguida de la harina de maíz y por último la harina de frijol.

Las temperaturas y entalpías de gelatinización de las harinas fueron determinados con el fin de observar el fenómeno de gelatinización de los almidones, la entalpia (ΔH) incluye un complejo de transiciones no equilibradas cuando la muestra es calentada con exceso de agua (Ruiz et al., 2010). Los valores obtenidos se muestran en la tabla 1 y concuerdan con los datos reportados por otros autores (Ruiz et al., 2010; Arámbula et al., 2007; Reyes et al., 1994).

Tabla I. Resultados de análisis proximal, color, temperaturas y entalpia de gelatinización y análisis de granulometría a harinas de garbanzo (*Cicer arietinum*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y maíz (*Zea mays*).

	Garbanzo	Frijol	Maíz
- Humedad (%)	0.97 \pm 0.0003 ^b	1.04 \pm 0.09 ^b	6.57 \pm 0.09 ^a
- Cenizas (%)	2.77 \pm 0.003 ^b	4.07 \pm 0.02 ^a	1.35 \pm 0.02 ^c
- Proteína (%)	22.95 \pm 0.73 ^a	23.79 \pm 0.50 ^a	8.98 \pm 0.06 ^b
- Fibra Cruda (%)	1.80 \pm 0.20 ^b	4.67 \pm 0.17 ^a	1.27 \pm 0.04 ^c
- Grasa (%)	6.88 \pm 0.15 ^a	1.73 \pm 0.05 ^c	4.56 \pm 0.06 ^b
- Carbohidratos (%)	64.45 \pm 0.29 ^b	64.71 \pm 0.31 ^b	77.32 \pm 0.08 ^a
- L*	90.0240 \pm 0.32 ^a	85.4779 \pm 0.49 ^c	89.0803 \pm 0.30 ^b
- a*	-1.3777 \pm 0.06 ^c	0.9325 \pm 0.07 ^a	0.6250 \pm 0.04 ^b
- b*	15.5240 \pm 0.23 ^a	9.9946 \pm 0.24 ^c	10.2487 \pm 0.07 ^b
- T ₀ (°C)	59.5 \pm 0.4 ^b	63.6 \pm 0.1 ^a	63.7 \pm 0.7 ^a
- T _p (°C)	66.4 \pm 0.3 ^c	75.6 \pm 0.2 ^a	71.6 \pm 0.8 ^b
- T _f (°C)	72.4 \pm 1.6 ^c	86.0 \pm 0.5 ^a	80.2 \pm 1.7 ^b
- ΔH (J/g)	-3.969 \pm 0.25 ^{ab}	-4.711 \pm 0.34 ^a	-2.752 \pm 0.54 ^b
Análisis de Granulometría			
- Retenido malla 35 (%)	4.24 \pm 0.20 ^b	25.09 \pm 0.27 ^a	0.65 \pm 0.23 ^c
- Malla 35 (%)	9.39 \pm 1.32 ^b	23.72 \pm 0.97 ^a	1.51 \pm 0.05 ^c
- Malla 40 (%)	5.22 \pm 1.33 ^b	6.71 \pm 0.22 ^b	24.03 \pm 1.67 ^a
- Malla 60 (%)	5.74 \pm 0.28 ^b	6.67 \pm 0.51 ^b	13.01 \pm 1.66 ^a
- Malla 80 (%)	5.87 \pm 1.15 ^b	4.92 \pm 0.27 ^b	12.45 \pm 1.93 ^a
- Malla 100 (%)	69.53 \pm 4.09 ^a	32.89 \pm 0.58 ^c	48.14 \pm 5.25 ^b

Medias con letras distintas en la misma fila, dentro de cada grupo son significativamente diferentes. Prueba de Tukey ($p < 0.05$).

Análisis de masas

En general la humedad de las masas (Tabla 2 y 3) disminuyó conforme era mayor la sustitución de harina de maíz por harina de frijol o garbanzo. Esto debido a que la cantidad de agua para lograr la consistencia estándar disminuyó en masas con mayor sustitución de harina de maíz.

Los resultados obtenidos en rendimiento (Tablas 2 y 3) indican que a mayor sustitución de harina de maíz por harina de frijol o garbanzo es menor el rendimiento reduciendo hasta un 13% en maíz-frijol y un 17% en maíz-garbanzo. Esto se atribuye a que la cantidad de almidones de las leguminosas es menor que en los cereales y hace que reduzca su capacidad de absorber o retener agua en su matriz, por lo que se utiliza menos agua para llegar a la consistencia estándar en comparación con una masa elaborada con 100% maíz.

El color de las masas fue diferente en todas las masas de las mezclas de maíz-frijol (Tabla 2) disminuyendo su luminosidad y aumentando los valores a^* y b^* y en las mezclas de maíz-garbanzo (Tabla 3) mostraron diferencia significativa principalmente en el valor de b , haciendo las masas más amarillas con mayores adiciones de harina de garbanzo.

Se encontró diferencia significativa en la adhesividad de la masa de mezcla de maíz-frijol con relación 60-40 con respecto al control (100% Maíz), así como en cohesividad de todas las masas obtenidas de las mezclas maíz-frijol (Tabla II) y maíz-garbanzo (Tabla III) con respecto al control. Ruiz-Gutiérrez et al., 2010 reportó datos similares a los encontrados en adhesividad y cohesividad de masas de harina de maíz nixtamalizado.

Tabla II. Resultados de adhesividad, cohesividad, rendimiento, humedad y color de masas obtenidas de las mezclas de harinas de maíz y frijol.

	100% M	90%M–10%F	80%M–20%F	70%M–30%F	60%M–40%F
Adhesividad (N·s)	-3.089±0.03 ^a	-3.177±0.04 ^a	-3.722±0.03 ^a	-4.002±0.02 ^a	-4.169±0.02
Cohesividad	0.220±0.003 ^a	0.198±0.004	0.197±0.003	0.192±0.005	0.194±0.002
Rendimiento (kg _{masa} /kg _{harina})	2.41 ± 0.01 ^a	2.31 ± 0.02 ^a	2.21 ± 0.02	2.17 ± 0.04	2.09 ± 0.05
Humedad (%)	62.98 ± 0.44 ^a	60.58 ± 0.26	59.10 ± 0.38	58.22 ± 0.67	57.32 ± 0.07
L*	75.19 ± 0.53 ^a	72.87 ± 0.93	71.66 ± 1.35	69.76 ± 1.06	68.13 ± 0.85
a*	-0.93 ± 0.06 ^a	-0.10 ± 0.04	0.46 ± 0.06	1.10 ± 0.07	1.74 ± 0.08
b*	15.07 ± 0.16 ^a	13.93 ± 0.31	13.44 ± 0.18	12.98 ± 0.23	12.74 ± 0.27

Las medias por columnas no etiquetadas con la letra a son significativamente diferentes de la media del nivel de control. Prueba de Dunnett ($p < 0.05$).

M: Maíz, F: Frijol.

Tabla III. Resultados de adhesividad, cohesividad, rendimiento, humedad y color de masas obtenidas de las mezclas de harinas de maíz y garbanzo.

	100%M	90%M–10G%	80%M–20%G	70%M–30%G	60%M–40%G
Adhesividad (N·s)	-3.089±0.03 ^a	-2.569±0.02 ^a	-3.319±0.02 ^a	-3.349±0.04 ^a	-3.171±0.02 ^a
Cohesividad	0.220±0.003 ^a	0.205±0.003	0.194±0.002	0.200±0.004	0.197±0.002
Rendimiento	2.41 ± 0.01 ^a	2.35 ± 0.03 ^a	2.24 ± 0.02 ^a	2.07 ± 0.05	1.99 ± 0.06

(kg _{masa} /kg _{harina})					
Humedad (%)	62.98 ± 0.44 ^a	60.63 ± 0.17	59.37 ± 0.14	56.82 ± 0.16	54.86 ± 0.06
L*	75.19 ± 0.53 ^a	75.40 ± 1.53 ^a	74.81 ± 0.44 ^a	74.84 ± 0.86 ^a	73.38 ± 0.76
a*	-0.92 ± 0.06 ^a	-0.92 ± 0.05 ^a	-0.82 ± 0.03	-0.78 ± 0.09	-0.76 ± 0.11
b*	15.07 ± 0.16 ^a	15.90 ± 0.26	16.78 ± 0.20	17.94 ± 0.50	19.58 ± 0.47

Las medias por columnas no etiquetadas con la letra a son significativamente diferentes de la media del nivel de control. Prueba de Dunnett ($p < 0.05$).

M: Maíz, G: Garbanzo.

CONCLUSIONES

En general las masas mostraron diferencias significativas al encontrar incremento de la cohesividad de las masas, reducción en el rendimiento de 13% y 17% para las masas de maíz-frijol y maíz-garbanzo respectivamente, reducción en el contenido de humedad debido a que fue necesaria menor cantidad de agua para lograr la consistencia estándar, reducción de la luminosidad y un aumento en el color amarillo indicado por el valor b*. Sin embargo, la utilización de harinas de garbanzo y frijol para sustituir parcialmente harina de maíz es una opción válida, para elaborar alimentos con mayor calidad nutricional.

BIBLIOGRAFÍA

Arámbula, G., Gutiérrez, E., & Moreno, E. (2007). Thermal properties of maize masa and tortillas with different components from maize grains, and additives. *Journal of food engineering*, 80(1), 55-60.

Belitz, H. D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). *Food chemistry*, 4th edn.

Cardoso, R. A., Moreira, R. S. R., Pinto e Silva, M. E. M., & Arêas, J. A. G. (2001). The potential of extruded chickpea, corn and bovine lung for malnutrition programs. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2(3), 203-209.

Combariza, A., & Sánchez, D. (2006). Estudio de la obtención de un alimento precocido a partir de cultivos biofortificados. Tesis (Ingeniero Químico).

Milán, J., Gutiérrez, R., Cuevas, E. O., Garzón, J. A., & Reyes, C. (2004). Nixtamalized flour from quality protein maize (*Zea mays* L). Optimization of alkaline processing. *Plant foods for human nutrition*, 59(1), 35-44.

Reyes, C., Cárabez, A., Paredes, O., & Ordorica, C. (1994). Physicochemical and structural properties of two bean varieties which differ in cooking time and the HTC characteristic. *LWT-Food Science and Technology*, 27(4), 331-336.

Ruiz, M. G., Quintero, A., Meléndez, C. O., Lardizábal, D., Barnard, J., Márquez, R., & Talamás, R. (2010). Changes in mass transfer, thermal and physicochemical properties during nixtamalization of corn with and without agitation at different temperatures. *Journal of Food Engineering*, 98(1), 76-83.

Sánchez, M.A., Rodríguez, L.F. (2009). Estudio de la deshidratación de maíz nixtamalizado para la producción de harina de maíz para tortillas. Tesis. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Chihuahua.

Sánchez, M.A. (2012). Desarrollo de harinas instantáneas extruidas de maíz azul para la obtención de botanas altas en antioxidantes. Tesis. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Autónoma de Chihuahua.