

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE HARINAS DE LEGUMINOSAS MODIFICADAS HIDROTÉRMICAMENTE

Veyna-Torres, J. I.^a, Castañeda-Pérez, A.^a, Chávez-Murillo, C. E.^{a,*}

^a Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Zacatecas del Instituto Politécnico Nacional, Blvd. del Bote S/N Cerro del Gato Ejido La Escondida, Col. Ciudad Administrativa, C.P. 98160, Zacatecas, Zac., México. [*cchavez@ipn.mx](mailto:cchavez@ipn.mx)

RESUMEN:

Las leguminosas tienen gran importancia a nivel mundial por su elevada producción anual, así como por su uso doméstico e industrial, en el cual por medio de modificaciones hidrotérmicas sus propiedades fisicoquímicas pueden ser utilizadas para una gran variedad de productos procesados. El tratamiento con calor/humedad (HMT) y recocado (ANN) son modificaciones físicas que cambian las propiedades fisicoquímicas del almidón sin destruir su estructura granular. Estos tratamientos hidrotérmicos son procesos en los que la relación de almidón, humedad, temperatura y tiempo de calentamiento son parámetros críticos que deben ser controlados. El objetivo de este trabajo fue estudiar las propiedades fisicoquímicas de harinas de leguminosas nativas y/o modificadas por dos tratamientos hidrotérmicos HMT y ANN mediante la evaluación de su composición química proximal, color, capacidad de hinchamiento y solubilidad.

ABSTRACT:

Legumes are very important worldwide for its high annual production, as well as domestic and industrial use, which by means of hydrothermal changes its physicochemical properties can be used for a variety of processed products. The heat-moisture treatment (HMT) and annealing (ANN) are physical modifications that change the physicochemical properties of granular starch without destroying its structure. These hydrothermal treatments are processes in which the ratio of starch, moisture, temperature and heating time are critical parameters that must be controlled. The objective of this work was to study the physicochemical properties of native legume flour and / or modified by hydrothermal treatment as HMT and ANN by evaluating its proximal chemical composition, color, solubility and swellability.

Palabras clave:

Leguminosas, tratamiento por calor/humedad, Recocado.

Keyword:

Legume, Heat-moisture treatment, Annealing.

Área: Cereales, Leguminosas y Oleaginosas

INTRODUCCIÓN

El almidón es el carbohidrato más abundante en las leguminosas (22-45% del peso seco de la semilla) (Hoover y Ratnayake, 2002). Además es una de las materias primas más utilizadas por la industria de alimentos, sin embargo, cotidianamente su uso se ve limitado a las fuentes botánicas tradicionales usadas para su aislamiento como el maíz y la papa. Aunado a esto los almidones usados a nivel industrial, generalmente son modificados para diversificar y potencializar sus funciones.

En la actualidad existe un gran interés en el uso de técnicas de modificación de físicas, tales como los tratamientos hidrotérmicos, ejemplos de estos son el heat-moisture treatment (HMT) y el annealing (ANN), usados para alterar las propiedades físico-químicas de los almidones. La modificación física por los tratamientos hidrotérmicos como HMT y ANN es consistente con las tendencias sociales hacia los productos naturales, y ofrece el potencial para cambiar la funcionalidad del almidón a un bajo costo y de forma respetuosa con el medio ambiente.

El grado de modificación se ve influenciada por la composición de almidón, y la relación de amilosa y amilopectina, así como por la disposición de las cadenas de almidón dentro de los dominios amorfos y cristalinos de los gránulos de almidón nativos. El tratamiento HMT llevado en los almidones tienen importantes aplicaciones en la industria alimentaria, especialmente debido a su estabilidad térmica mejorada y una disminución en la retrogradación (Adebowale *et al.*, 2005). Estas propiedades hacen que los almidones tratados hidrotérmicamente sean adecuados para su utilización en la industria de alimentos enlatados y congelados. La disminución del hinchamiento granular, la lixiviación de amilosa y el aumento de calor y la estabilidad al cizallamiento son ventajas que resultan del uso de tratamientos como el HMT y ANN. En base a lo anterior, el objetivo de este trabajo fue analizar las propiedades fisicoquímicas de harina de leguminosas nativas y/o modificadas por dos tratamientos hidrotérmicos, HMT y ANN mediante el estudio de su composición química proximal, color, poder de hinchamiento y solubilidad y capacidad de absorción de agua y aceite.

MATERIALES Y MÉTODOS

Elaboración de las harinas de leguminosa

Para elaborar las harinas se utilizó frijol negro, haba, lenteja y garbanzo adquiridos en la central de abastos del municipio de Zacatecas, Zac. Los granos se molieron en un molino comercial (marca Estrella, D.F. México) para reducir su tamaño y posteriormente en un molino para café (Krupps Spice Grinder GX4100) y se almacenaron a temperatura ambiente en recipientes de plástico.

Modificación hidrotérmica de las harinas de leguminosa

Tratamiento por calor/humedad o Heat-moisture treatment (HTM)

Método de Chung *et al.* 2009. Para esta técnica se ajustó el nivel de humedad de las harinas al 20% utilizando agua destilada, se homogeneizó la muestra y se colocó en matraces Erlenmeyer, se taparon y se colocaron en una estufa de convección por 16 h a 120 °C. Transcurrido el tiempo, las muestras se retiraron de la estufa, se enfriaron y se abrieron los matraces para dejar secar la muestra hasta obtener un porcentaje de humedad de 10.

Tratamiento por recocido o annealing (ANN)

Para este método se ajustó la proporción de agua 1:2 en proporción harina-agua, utilizando agua destilada, se homogeneizó la muestra y se colocó en matraces Erlenmeyer tapados en un baño María con agitación por 24 h a 50 °C. Transcurrido el tiempo se centrifugó a 4500 rpm y se secó la muestra.

Análisis proximal

Se llevaron a cabo utilizando los métodos oficiales de la AACC (2000), humedad (44-16), lípidos (30-25), proteína (46-13, utilizando el factor de conversión de 5.25) y cenizas (08-01). Todos los análisis se realizaron por duplicado.

Evaluación del color

Para determinar el color de las muestras se utilizó un colorímetro portátil (Konica Minolta Chroma Meters CR-400, Osaka, Japón) bajo el sistema CIEL*a*b*.

Pruebas de hinchamiento y solubilidad

Se utilizó el método por Konik-Rose *et al.* (2001), el cual consiste en evaluar la capacidad de una muestra amilácea de hincharse en presencia de agua en función de una temperatura. La capacidad de hinchamiento se evaluó incubando las diferentes muestra a 50, 60, 70, 80 y 90 °C. El porcentaje de solubilidad se obtuvo calculando el porcentaje de sólidos disueltos en el agua después de haber incubado las muestras.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis Proximal

En la tabla I se muestran los resultados del análisis proximal realizado a las harinas de frijol, garbanzo, lenteja y haba sin modificar y modificadas. Se puede observar una ligera tendencia hacia un incremento en las características nutricionales de las diferentes muestras en comparación con las nativas sobre todo en el caso de aquellas modificadas por el tratamiento HTM. Este aumento en las características puede verse influenciado por la reorganización de las moléculas de almidón, y dobles hélices de amilopectina que adquieren una configuración más organizada. En cuanto al incremento del contenido de lípidos pudo deberse a la formación de complejos lípido-amilosa causado por los diferentes tratamientos.

Evaluación del color

En la tabla II se muestran los resultados de la determinación de color de las diferentes muestras analizadas. Para el caso de las determinación de color el parámetro en L* nos indica 0 para muestras que tienden a negro y 100 para muestra que tienden a blanco por lo cual se puede observar que las muestras nativas y modificadas por ANN tienden mayormente a los colores claros a diferencia de las modificadas por HMT que presenta valores más bajos debido principalmente a que durante la modificación presento tonalidades entre naranjas y marrones. Para el caso de los valores de a* negativos nos indican tendencia hacia los verdes como lo fue el caso de las muestras nativas y para a positivo tendencias hacia los colores rojos que como se menciona en la parte superior esta tendencia estuvo presente en las muestras modificadas por HMT. En el caso de los parámetros de b* valores positivos como lo fue en su totalidad en los resultados tienden a los colores verdes y en caso de valores negativos de b*a colores azules los cuales no estuvieron presentes en ninguna de las muestras.

Tabla I. Composición química proximal (%) de harina de leguminosa nativa y modificada.

Muestra	Humedad	Proteínas	Lípidos	Cenizas
Harina nativa				
Frijol Negro	4.61	4.07±0.13	0.95±0.10	4.33±0.08
Garbanzo	4.71	3.32±0.13	5.82±0.04	3.02±0.05
Lenteja	2.19	4.00±0.02	0.75±0.007	2.58±0.03
Haba	5.46	4.12±0.13	1.35±0.13	3.34±0.03
Harina HMT				
Frijol Negro	5.33	4.46±0.19	1.28±0.003	4.47±0.05
Garbanzo	5.09	3.77±0.19	6.57±0.002	3.21±0.04

Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Lenteja	6.1	4.25±0.09	1.08±0.03	2.72±0.09
Haba	5.19	4.80±0.10	1.84±0.10	3.90±0.07
Harinas ANN				
Frijol Negro	4.91	3.55±0.09	0.74±0.10	3.45±0.11
Garbanzo	5.44	2.78±0.38	6.87±0.09	1.44±0.20
Lenteja	5.05	4.03±0.01	0.82±0.10	1.73±0.06
Haba	4.78	4.31±0.17	1.57±0.10	2.29±0.08

Tabla II. Determinación de color de las diferentes muestras.

Muestra	Parámetros de color		
	L*	a*	b*
Harina nativa			
Frijol Negro	86.31	0.94	5.06
Garbanzo	91.7	-0.68	18.47
Lenteja	87.17	-1.6	16.58
Haba	92.47	-2.99	21.5
Harina HMT			
Frijol Negro	61.15	8.07	23.68
Garbanzo	65.58	8.89	29.45
Lenteja	64.35	7.86	25.24
Haba	64.74	9.1	27.17
Harina ANN			
Frijol Negro	56.44	8.05	0.98
Garbanzo	85.93	0.51	15.92
Lenteja	73.3	3.22	9.66
Haba	86.12	-0.091	20.13

Pruebas de hinchamiento y solubilidad

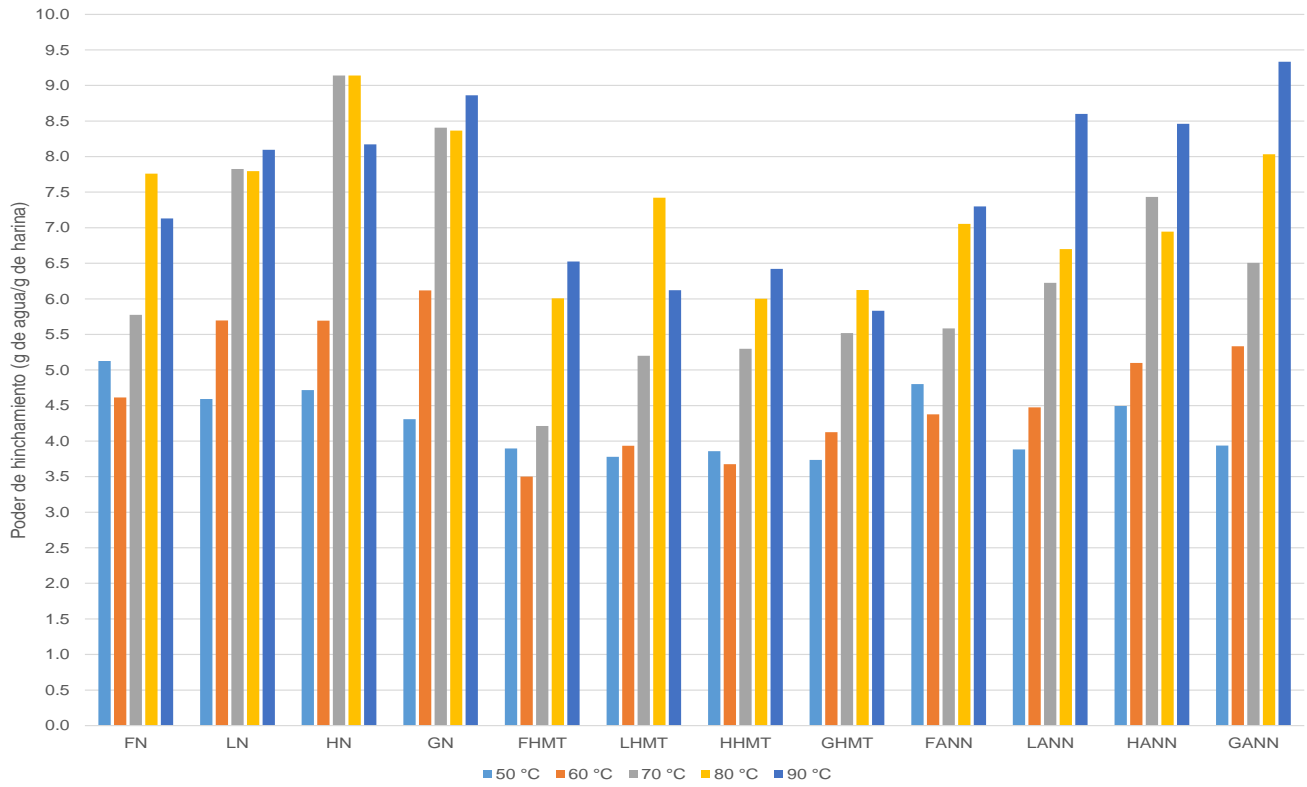


Figura 1. Resultados obtenidos del poder de hinchamiento para harinas nativas y modificadas por el método HMT y ANN.

En la figura 1 se observa una disminución del poder de hinchamiento para todas las muestras por tratamiento HMT, esta reducción podría estar causada por el aumento de la cristalinidad, la reducción de la hidratación (Waduge *et al.*, 2006), el aumento de las interacciones entre moléculas de amilosa y amilopectina, debido al fortalecimiento de sus enlaces intracelulares, además de la formación de complejos formados de amilosa-lipido y los cambios provocados en los arreglos de las regiones cristalinas del almidón (Hoover y Vasantha, 1994). Así mismo se observa una tendencia en dicha disminución a las diferentes temperaturas de tratamiento. Para el caso de las modificadas por tratamiento ANN también se puede observar una ligera disminución del poder de hinchamiento.

Para el caso de la solubilidad de muestras tratadas por HMT se observa una reducción que podría ser causada debido a la lixiviación del almidón que se difunde fuera del grano durante el proceso de hinchamiento este proceso representa una transición de los gránulos de almidón que se presentan durante el calentamiento con agua. En las muestras tratadas por ANN probablemente se llevó a cabo un aumento en la organización molecular lo que podría dar origen a la reducción de la solubilidad del almidón.

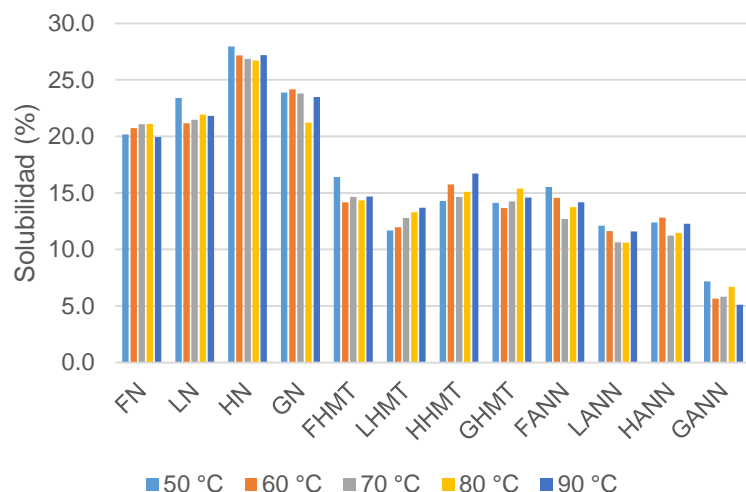


Figura 2. Resultados obtenidos del porcentaje de sólidos solubles para harinas nativas y modificadas por el método HMT y ANN.

CONCLUSIONES

La modificación hidrotérmica provocó un ligero cambio en comparación con la composición química proximal de las harinas de leguminosa nativas.

El color de las harinas cambio considerablemente por efecto de la modificación, siendo más notorio en las muestras HMT.

Para las pruebas de hinchamiento y solubilidad los datos presentaron tendencia a disminuir en ambos casos debido principalmente a la reorganización molecular.

BIBLIOGRAFÍA

- Adebowale, K. O., Henle, T., Schwarzenbolz, U., & Doert, T. 2009. Modification and properties of African yam bean (*Sphenostylis stenocarpa* Hochst. Ex. A. Rich.) Harms starch. I: Heat moisture treatments and annealing. *Food Hydrocolloids*, 23:1947–1957.
- Hedley, C. F. 2001. Grain legumes. In C. A. Hedley (Ed.), *Carbohydrates in grain legume seeds—Improving nutritional quality and agronomic characteristics* Oxford, UK: CABI Publishing, pp. 1–11.
- Hoover, R., & Ratnayake, W. S. 2002. Starch characteristics of black bean, chickpea, lentil, navy bean and pinto bean cultivars grown in Canada. *Food Chemistry*, 78:489–498.
- Hoover, R., & Sosulski, F. W. 1991. Composition, structure, functionality and chemical modification of legume starches: A review. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology* 69:79–92.
- Hoover, R., & Vasanthan, T. 1994. The effect of annealing on the physicochemical properties of wheat, oat, potato and lentil starches. *Journal of Food Biochemistry*, 17:303–325.
- McWatters KH, Heaton K. 1979. Quality characteristics of ground beef patties extended with moist-heated and unheated seed meals. *J Am Oil Chem Soc.* 56:86A–90A
- Ratnayake, W. S., Hoover, R., Shahidi, F., Perera, C., & Jane, J. 2001. Composition, molecular structure, and physicochemical properties of starches from four field pea (*Pisum sativum* L.) cultivars. *Food Chemistry*, 74:189–202.

Waduge, R. N., Hoover, R., Vasanthan, T., Gao, J., & Li, J. 2006. Effect of annealing on the structure and physicochemical properties of barley starches of varying amylose content. *Food Research International*, 39:59–77.