

“DISEÑO DE ADEREZOS EMPLEANDO HARINA DE OLOTE OBTENIDA COMO SUBPRODUCTO AGRÍCOLA”

K. García-Alanís*, M. Bautista-Villarreal, S.L. Castillo-Hernández, J.G. Báez González.

Departamento de Alimentos. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León.
*karla.garciln@uanl.edu.mx

RESUMEN

El maíz es un alimento muy importante en México, un subproducto agrícola que se genera en el proceso de separación del grano de la mazorca es el olote. El uso del olote ha estado muy restringido debido a la dificultad que existe para acceder a sus componentes (carácter recalcitrante) e incompleta caracterización química. En México se desperdician alrededor de 10,000 toneladas. En este trabajo se utilizó una harina fina retenida en malla de 250 mesh, y se realizaron 4 formulaciones de aderezos, tres de ellas con goma de xantana (GX): F1 (0.72%GX), F2(0.76%GX), F3 (0.36%GX) y F4 (0%GX) en cada formulación se evaluaron 4 grados de inclusión de la harina (0%, 2.5%, 3.5%, 4.5%). La estabilidad de los aderezos obtenidos se evaluó reológicamente por 21 días, determinado el índice de cremado, tasa de coalescencia y las curvas de flujo. Observando que la inclusión de la harina disminuye significativamente el cremado en los aderezos sin GX y la inclusión de 2.5 y 3.5% de harina imparte mayor consistencia a los aderezos. En conclusión, las formulaciones más estables fueron la F2.2 (0.76% GX y 2.5% de harina), F2.3 (0.76 GX y 3.5% de harina) y F3.3 (0.36% GX y 3.5% de harina).

Palabras clave: Aderezos, harina de olote, subproducto agrícola

ABSTRACT

Corn is a very important food in Mexico, an agricultural by-product that is generated in the process of separating the grain from the corn is the cob. The use of cob has been very restricted due to the difficulty that exists to access its components (recalcitrant character) and incomplete chemical characterization. Around 10,000 tons are wasted in Mexico. In this work, a fine flour retained in a 250 mesh was used, and 4 formulations of dressings were made, three of them with xanthan gum (GX): F1 (0.72%GX), F2(0.76%GX), F3 (0.36%GX) and F4 (0%GX) in each formulation, 4 degrees of flour inclusion were evaluated (0,2.5,3.5, 4.5%). The stability of the dressings obtained was evaluated rheologically for 21 days, determining the cremation index, coalescence rate and flow curves. The inclusion of flour significantly reduces the creaming in the dressings without GX and the inclusion of 2.5 and 3.5% flour imparts greater consistency to the dressings. In conclusion, the most stable formulations were F2.2 (0.76% GX and 2.5% flour), F2.3 (0.76%GX and 3.5% flour) and F3.3 (0.36% GX and 3.5% flour).

Keywords: Dressings, flour of cob, agricultural by-product

Área: Aprovechamiento y valorización de subproductos

INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los alimentos más importantes en México al formar parte de la cadena básica de la alimentación. La superficie sembrada para la producción de elotes es de 60, 715 hectáreas el cual tiene una producción de 60,270 toneladas (Fernández, et al., 2016). Por otro lado, está el olote que se da como un residuo o subproducto agrícola en grandes cantidades en el proceso de separación del grano de la mazorca (R6) y se estima que por cada tonelada de maíz se obtienen 170 kg de olote (CIMMYT, 1995). Entre los principales usos de este residuo se encuentran: forraje para rumiantes, soporte para disminuir la erosión en la tierra y también como sustratos para la producción de la enzima xilanas (Gonzales, M. et. al. 2006). De datos recientes sobre la producción mundial de maíz (844 millones de toneladas) en el 2010 puede estimarse que se generan alrededor de 144 millones de toneladas de olote por año (FAOSTAT, 2012).

El uso o aplicación química del olote ha estado muy restringido debido a la dificultad que existe para acceder a sus componentes (carácter recalcitrante) e incompleta caracterización química, así como la valoración de sus principales productos (lignina, 2 celulosa y hemicelulosas). De su alto contenido de hemicelulosas (34%) del olote, del cual aproximadamente el 94% corresponde a xilanas (Hernández, 2013). Existen pocos trabajos realizados para utilizar olote de maíz tierno u olote (Etapa R3-R4) ya que en México se desperdician alrededor de 10,000 toneladas.

Debido a su composición, el olote puede ser empleado en el diseño de aderezos. Los aderezos son emulsiones aceite en agua (O/W) en donde la mezcla de distintos ingredientes (aceite, huevo, goma xantana, azúcar, sal) favorecen la estabilidad y ayudan a potenciar sus características organolépticas. Actualmente en el mercado existe una amplia variedad de productos y hoy en día, se busca que este tipo de productos sean light, bajos en grasa o que tengan un mayor aporte nutricional (fibra, proteína, minerales, vitaminas, etc.). La utilización de fibras dietéticas obtenidas de residuos alimentarios, que son utilizados en la elaboración de emulsiones para lograr productos bajos en calorías, ha dado distintos beneficios no solo en la reducción de costos y su facilidad de extracción, si no también dan beneficios al consumidor, como por ejemplo, modifican la respuesta glicémica, cambios en la función intestinal y reducen la disponibilidad de nutrientes entre otros beneficios para la salud. (Borderias et. al., 2005).

El propósito de este trabajo fue obtener harina fina retenida en malla de 250 mesh de olote de maíz tierno (elote) y desarrollar un aderezo estable con un mayor aporte de fibra y de esta manera, satisfacer las necesidades de los consumidores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Elaboración de las Formulaciones

Se realizaron 4 formulaciones distintas utilizando: 0.72% de GX y 8% clara de huevo (F1), 0.72% de GX (F2), 0.36% de GX (F3), y 0% GX (F4). En cada una de las formulaciones se elaboraron cuatro productos; un control sin harina de olote (HO) y tres más conteniendo 2.5, 3.5 y 4.5% de HO, así como diferentes porcentajes del agua de cocción para ajustar a 100.

Para la preparación de los aderezos, primeramente, se mezclaron los emulsionantes: goma xantana (previamente hidratada), yema y clara de huevo en la propela IKA Eurostar 60 digital (Wilmington, Estados Unidos de América) a 500 rpm con agua. Posteriormente se agregaron: azúcar, sal, y la mezcla de harina de olote hidratada previamente con agua, y se añadió el aceite a flujo constante. La mezcla se homogenizó en el equipo IKA T50 Digital Ultra Turrax (Wilmington, Estados Unidos de América) por 2 min a 3,000 rpm y 3 min a 500 rpm.

Tasa de Coalescencia

La distribución del tamaño de partícula de las emulsiones fue monitoreada en muestra preparada dispersando 2g de aderezo en 18 ml de agua, con el equipo Malvern Mastersizer 3000 (Malvern Instruments, Ltd, Worcestershire, UK) usando la unidad Hydro LV con agua como dispersante. El software calcula la distribución de partículas de tamaño [D (3,2)]. La tasa de coalescencia presenta una cinética de primer orden (Sherman 1969; Ye et al. 2004) y se expresa con la fórmula:

$$\frac{N_t}{N_0} = e^{-k_c t}$$

Dónde: N_t es la concentración en número de gotas al tiempo t , N_0 es la concentración en número de las gotas recién formadas (tiempo=0), y K_c es la constante de velocidad, que está relacionada con la probabilidad de que la película interfacial se rompa en el tiempo t (Sherman 1969).

Índice de Cremado

Se determinó la medición de la altura de la capa opaca (H1) y altura total (H3). Se colocaron las emulsiones en tubos de vidrio, llenando hasta 10 cm de cada emulsión y fueron almacenadas a 3.5°C durante 24 días. Al término del almacenamiento, se realiza el cálculo con la siguiente ecuación: Índice de Cremado= 100 x (H1/ H3). Dónde: H1: Altura de capa opaca H3: Altura total. La emulsión más estable es la más cercano a cero.

Curvas de flujo de emulsiones

Se obtuvieron las curvas de flujo y la viscosidad de las emulsiones desarrolladas, en función de la tasa de corte (1 a 100 s⁻¹) utilizando una prueba rotacional con un reómetro ReolabQC y una geometría CC-27 a una temperatura de 25°C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tasa de coalescencia

La estabilidad de las emulsiones implica prevenir la coalescencia, floculación y cremado de las gotas (McClements, 2016). La estabilidad de una emulsión se puede medir a través del cambio del diámetro de las gotas con respecto al tiempo lo que se reporta como la tasa de coalescencia y permite cuantificar la estabilidad de las emulsiones (Bautista, 2019).

Tabla I. Tasa de coalescencia para los porcentajes de harina de olote.	
Porcentaje de inclusión	Tasa de Coalescencia
0% harina de Olote	1.45 x 10 ⁻⁷ a
2.5% harina de Olote	1.38 x 10 ⁻⁷ a
3.5% harina de Olote	8.98 x 10 ⁻⁷ a
4.5% harina de Olote	4 x 10 ⁻⁷ a

La tasa de coalescencia para cada grado de inclusión de harina de olote (**Tabla I**) todas las emulsiones se consideran estables y el menor valor se obtiene cuando se utiliza 2.5% de harina de olote. Una de las maneras de prevenir la coalescencia en las emulsiones, es previniendo que las gotas de aceite generen fuerzas repulsivas entre sí, la adición de fibra y almidón del olote en las emulsiones, permite que las gotas de aceite se mantengan alejadas, tal es el caso de estudios realizados por (Worrasinchai et. al., 2006), que empleo almidones modificados y goma xantana por sustituto graso, logrando que la coalescencia disminuyera.

Curvas de flujo (viscosidad)

La viscosidad es una medida de la capacidad de resistencia que tiene el fluido a deformarse. En los fluidos no newtonianos está dada por la relación entre el esfuerzo cortante y la deformación, dentro de los fluidos no newtonianos se encuentran los fluidos pseudoplásticos, cuya ley de potencia es:

$$\sigma = K\dot{\gamma}^n$$

K= índice de consistencia (Pa sⁿ)

$\dot{\gamma}$ = Velocidad de corte (s⁻¹)

n= índice de flujo, si n<1 es pseudoplástico

En las **Tablas II y III** se muestran los resultados de las curvas de flujo para cada formulación realizada. En ellas se observa que todos los aderezos de las 4 formulaciones son fluidos no newtonianos. En la valoración del índice de flujo (n), entre mayor sea su valor en un aderezo, significa que hay una disminución en la pseudoplasticidad, lo que significa que hay menos entrecruzamientos presentes en la muestra (Zhen y Boye 2012). Mientras que un mayor valor de índice de consistencia (K), indica una mayor viscosidad y estructura de red más fuerte y estable (Bautista 2019).

Tabla II. Valores de coeficiente de consistencia "K" e índice de flujo "n" de las formulaciones 1 y 2.

Tratamiento (Formulación 1) 0.72% GX y 8% clara de huevo	K (Pa·s ⁿ)	n	Tratamiento (Formulación 2)	K (Pa·s ⁿ)	n
0% Harina de olote	30.07cd ± 0.02	0.27ab	0% olote, 0.76% GX sin clara huevo	53.23bc	0.16a
2.5% olote	44.15cd	0.27ab	2.5% olote, 0.76% GX sin clara de huevo	100.06ab	0.17a
3.5% olote	39.12cd	0.18 ab	3.5% olote, 0.76% GX sin clara de huevo	112.51a	0.19ab
4.5% olote	40.27cd	0.21 ab	4.5% olote, 0.76% GX sin clara de huevo	101.22ab	0.22ab

Tabla III. Valores de coeficiente de consistencia "K" e índice de flujo "n" de las formulaciones 3 y 4.

Tratamiento (Formulación 3) 0.36% GX	K (Pa·s ⁿ)	n	Tratamiento (Formulación 4) sin GX sin clara de huevo	K (Pa·s ⁿ)	n
0% olote	18.24 ^{cd}	0.27 ^{ab}	0% Harina de olote	0.82 ^{cd}	0.61 ^c
2.5% olote	27.90 ^{cd}	0.28 ^{ab}	2.5% olote	2.78 ^{cd}	0.53 ^c
3.5% olote	33.63 ^{cd}	0.28 ^{ab}	3.5% olote	4.43 ^{cd}	0.51 ^c
4.5% olote	26.37 ^{cd}	0.29 ^{ab}	4.5% olote	4.77 ^{cd}	0.49 ^c

En la formulación 2 (**Tabla II**) con 0.72% de GX, el valor de K para el aderezo sin harina es significativamente menor a los valores de K de los aderezos con harina de olote, lo cual corresponde a una estructura de red más fuerte (Bautista 2019). No se observaron diferencias significativas en los 3 niveles de inclusión de harina (2.5, 3.5 y 4.5%). Estos resultados indican una posible sinergia entre la goma de xantana y la harina de olote. Esta sinergia no parece reflejarse en el valor de n, ya que éste no presenta diferencia significativa. En el tratamiento 4 (**Tabla III**) aunque no hay diferencia significativa en el valor de n de los diferentes grados de inclusión de la harina, si se observa una tendencia de menor valor y por consiguiente mayor entrecruzamiento conforme se incrementa la concentración de harina de olote.

Tratamiento	K (Pa·s ⁿ)	n
0% harina de Olote	42.54+ 0.04 ^b	0.2217+0.10 ^a
2.5% harina de Olote	62.58 + 0.15 ^a	0.2389+0.13 ^a
3.5% harina de Olote	65.23 + 0.23 ^a	0.4940+0.74 ^a
4.5% harina de Olote	41.85 + 0.45 ^b	0.3898+ 0.05 ^a

En la **Tabla IV** se muestran los resultados promedio de las curvas de flujo para los aderezos con diferentes porcentajes de harina de olote, independientemente de los aditivos utilizados en las diferentes formulaciones, observando que los que tienen 2.5 y 3.5% de harina, presentan la mejor consistencia. Las mejores formulaciones, considerando estos parámetros de flujo son la F2 con 2.5 y con 3.5% de harina de olote, ya que obtuvieron el coeficiente de consistencia significativamente más alto (K) de todas las formulaciones y un índice de flujo (n) más bajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Bautista, M. 2019. Diseño de membrana interfacial para alimentos emulsionados como fuente de ácidos grasos poliinsaturados. Tesis para doctorado. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, N.L
- Borderías, J., Sánchez, I., Pérez M.(2005). New applications of fibres in foods: Addition to fishery products. Trends in Food Science & Technology 16,458-465.
- CIMMYT. 1995. Manejo de los ensayos e informes de los datos para el Programa de Ensayos Internacionales de Maíz, México DF, ISBN: 970-648-045-5, 20 p.10
- FAOSTAT.2012. Producción mundial de maíz. 17/11/2019. Available: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>,
- Fernández, G. I., Jaramillo, V. J., Hernández G. J., Cadena I. P. (2016). Evaluación agronómica y sensorial de ocho genotipos de maíz (*Zea mays* L.) para la producción de elote. *Rev. Agro productividad*. Vol. 7(6), 46-51.
- González, M., Rieumont, J., Quintana, I., Rodríguez, C., Cuesta, C., Sardinias, C., Morales, A. (2006). Obtención de un material polimérico mejorado empleado como recubrimiento para la obtención de fertilizantes de liberación lenta. Congreso Iberoamericano de Metalurgia y Materiales, Habana- Cuba, 655-660.
- Hernández, H. 2013. Utilización de lignina de olote de maíz como componente en películas base almidón (Tesis de maestría). Universidad Iberoamericana, México, D.F.p.53.
- McClements, DJ. 2016. Food emulsions: principles, practice, and techniques. CRC Press: Boca Raton, Florida. Chapter 6.
- Sherman, P. 1969. General properties of emulsions and their constituents. En P. Sherman (Ed), Emulsion science (pp. 217-351).Academic Press:London, England

- Worraschai, S., Suphantharika, M., Pinjai, S., Jamnong, P. (2006). [beta]-Glucan prepared from spent brewer's yeast as a fat replacer in mayonnaise. *Food Hydrocolloids* 20 (1),68-78.
- Zhen, M., Boye, J. (2012). Advances in the Design and Production of Reduced-Fat and Reduced-Cholesterol Salad Dressing and Mayonnaise: A Review. *Food and Bioprocess Technology* 6(3),648-670