

## **Efecto de hidrocoloides en textura de masa de maíz-quínoa como propuesta para mejoramiento de calidad proteica.**

Hernández-Hernández, N.<sup>1</sup>, Báez-González, J.G.<sup>2</sup>, García-Alanís K.G.,<sup>2</sup> Bautista-Villarreal, M.,<sup>2</sup> \*Durán-Lugo, R.<sup>1</sup>

<sup>(1)</sup> Tecnológico de Estudios Superiores de Chimalhuacán C. Primavera S/N Col. Santa María Nativitas, Chimalhuacán Estado de México, C.P. 56330. <sup>(2)</sup> Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Departamento de Alimentos, Av. Universidad S/N, San Nicolás de los Garza N.L. C.P66455. Correo: [reydl\\_30@yahoo.com.mx](mailto:reydl_30@yahoo.com.mx)

### **RESUMEN**

Las tortillas de maíz son y han sido parte fundamental de la alimentación de diferentes culturas en América. Hoy día en México son una parte básica de la dieta diaria, de los mexicanos. Es por ello que este producto tiene un gran potencial para ser combinado con la quínoa, un pseudocereal cultivado en el sur de Latinoamérica que se caracteriza por aportar alto contenido en proteínas. Para ello se realizaron análisis de textura a masas con diferentes porcentajes de quínoa (5%, 10% y 20% respectivamente) a los cuales se les agregó como agente estabilizante la carboximetil celulosa (CMC) se realizó análisis de perfil de textura que comprendió dureza, adhesividad, cohesividad, elasticidad, masticabilidad y gomosidad de la masa maíz-quínoa, para ello se utilizó un texturometro Brookfield CT3. Dentro de los resultados obtenidos para las características como dureza, elasticidad, gomosidad y masticabilidad aumentaron al añadirse CMC, esto genera un medio propicio para agregar diferentes cantidades de quínoa, logrando así características organolépticas similares a las de una tortilla normal. Se concluyó que la adición de Carboximetil celulosa aumenta la retención de humedad de las masas y le brinda mayor fuerza para soportar otros ingredientes en su composición.

**Palabras clave.** Tortilla, Proteínas, Dieta, Textura, Maíz, Quínoa.

### **ABSTRACT**

Corn tortillas are and have been a fundamental part of the diet of different cultures in America. In Mexico they are a basic part of the daily diet, of Mexicans (Figuroa 1994). That is why this product has great potential to be combined with quinoa, a pseudocereal grown in southern Latin America that is characterized by its high protein content. For this, texture analyzes were carried out on doughs with different percentages of quinoa (5%, 10% and 20% respectively) to which carboxymethyl cellulose (CMC) was added as a stabilizing agent. A texture profile analysis was carried out that included hardness, adhesiveness, cohesiveness, elasticity, chewiness and gumminess of the Corn-Quinoa dough, for which a Brookfield CT3 texture meter was used. Within the results obtained for the characteristics such as hardness, elasticity, gumminess and chewiness increased when adding CMC, this generates a favorable environment to add different amounts of quinoa, thus achieving organoleptic characteristics similar to those of a normal tortilla. It was concluded that the addition of Carboxymethyl cellulose increases the moisture retention of the dough and gives it greater strength to support other ingredients in its composition.

**Keywords.** Tortilla, Protein, Diet, Texture, Corn, Quinoa.

## INTRODUCCIÓN

En México, hablar de maíz, abarca una gran cantidad de temas, ya sean naturales, geográficos, culturales, antropológicos (Cuevas, 2014) y principalmente gastronómicos. El grano del maíz se consume en forma de tortilla desde tiempos ancestrales y durante generaciones ha sido el principal componente en la dieta diaria del mexicano. Sin embargo, las demandas nutricionales no son cubiertas de manera satisfactoria, ya que, como la mayoría de los cereales, el maíz es deficiente en aminoácidos esenciales, principalmente en lisina y triptófano (García, 2004)). Ante este panorama, es necesario generar estrategias que permitan cubrir dichas necesidades mediante la incorporación de pseudocereales como la quínoa (*Chenopodium quinoa*), esta es una especie anual, dicotiledónea, perteneciente a la familia de las Amaranthaceae (Gonzales & Prado, 2013), además de ser un pseudocereal de fácil adaptación y cultivo, siendo la colección boliviana de quinua la más importante a nivel mundial por el número de accesiones que contiene (Rojas, et. Al., 2016).

La nixtamalización es un proceso prehispánico desarrollado por los aztecas (Bello, et. Al., 2002). Se trata de un proceso determinante en la calidad de la tortilla que consiste en la cocción del maíz en agua adicionada con  $\text{Ca(OH)}_2$  para lograr la hidrólisis del pericarpio del grano y facilitar de esta manera la entrada del agua para alcanzar una gelatinización parcial del almidón y otorgar a la masa y tortilla la flexibilidad y características sensoriales adecuadas (De Teresa, 2009). Además de que permite la liberación de niacina de fácil asimilación, además de posibilitarse su cocimiento más rápido al remojar en agua con cal y hervirse (Torres Et. Al. 1996)).

La masa debe tener la adhesividad adecuada para que pueda adherirse ligeramente a los rodillos laminadores de la máquina tortilladora y separarse adecuadamente (Ramírez et. Al. 1993).

Cuando el maíz es nixtamalizado con porcentajes de  $\text{Ca(OH)}_2$  mayores al 1.5% las tortillas tienen un sabor a cal indeseable para el consumidor y cuando el  $\text{Ca(OH)}_2$  se añade en pequeñas proporciones las tortillas son quebradizas. Por otro lado, el  $\text{Ca(OH)}_2$  también se usa para evitar que las masas se acidifiquen. Así que en proporciones adecuadas la cal mejora las características de palatabilidad de la tortilla, es una fuente de calcio y un conservador de masas y tortillas.

Los hidrocoloides mejoran la textura de las tortillas pues conservan la humedad e imparten cohesividad a la estructura que se forma por efecto de la gelatinización del almidón y desnaturalización de proteínas. Entre los mejoradores más usados está la carboximetilcelulosa (CMC)

Con el propósito de obtener una masa para elaborar tortillas de calidad (nutricional y sensorial), vida de anaquel prolongada y que a la vez brinde la calidad de un producto fresco se planteó determinar el efecto de la adición de mejoradores de textura (CMC) sobre las características reológicas de mezclas de maíz-quinua.

## MATERIALES Y MÉTODO

### Elaboración de formulaciones.

Para la elaboración de las masas, se llevó a cabo la nixtamalización del grano de maíz blanco, mediante la relación (1 kg de maíz seco / 3 L agua / 0.030 kg  $\text{Ca(OH)}_2$  ), se mezcló el total de agua/ 0.030 kg de  $\text{Ca(OH)}_2$ , y se llevó a ebullición agregando posteriormente el maíz, con tiempo de cocción de 20 min, con reposo de 12 h en el nejayote. Posteriormente, el grano de maíz se lavó con abundante agua para desprender el pericarpio del grano. Una vez teniendo el grano limpio, se molió en un metate de 3 a 4 veces hasta obtener una masa.

Se llevaron a cabo 6 formulaciones de 700g de las cuales 3 fueron controles de masa maíz-quinoa donde se varió la concentración de 5, 10, 20 % respectivamente y 3 con incorporación de CMC al 0.004 % con variaciones en concentración de quínoa 5, 10, 20 % respectivamente como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Formulaciones experimentales masa maíz-quinoa

Formulación	Maíz (g)	Quínoa (g)	Agua (ml)	CMC (g)
F1 (control)	500	35	165	0
F2 (control)	500	70	130	0
F3 (control)	500	140	60	0
F4	500	35	165	0.03
F5	500	70	130	0.03
F6	500	140	60	0.03

Se realizó un análisis de Perfil de Textura (TPA) usando un textuómetro Brookfield, CT3. El análisis incluyó características primarias como dureza, cohesividad, elasticidad y adhesividad, mientras que las secundarias fueron; masticabilidad y gomosidad. (INIAP, 2014) las variables de proceso fueron: carga de activación: 0.07 N; objetivo: 18mm, velocidad de prueba: 1mm/s; velocidad: 2.00 mm/s; carga de 25000 kg. La prueba se realizó en 2 ciclos utilizando una sonda TA18. La muestra se caracterizó en forma cilíndrica de 55 mm de diámetro por 24 mm de altura.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Analizando los resultados de dureza, cohesividad, adhesividad y elasticidad (Tabla 1) de las masas elaboradas con maíz- quínoa de los diferentes tratamientos y comparada con las masas control se obtuvieron diferencia significativa ( $\alpha=0.05$ ), lo que nos indica que las concentraciones de quínoa y CMC impactan sobre las propiedades reológicas

Para la dureza aumentó en las formulaciones (F4, F5 y F6) con presencia de CMC esto puede atribuirse al rápido secado de la masa durante la elaboración por otro lado, la deformación según dureza se mantuvo constante en ambos casos, lo que coincide con García et al. (2005) donde mencionan que “el uso de aditivos no mejora el porcentaje de deformación de la muestra en el punto de fluencia respecto al no uso de aditivos”.

Sin embargo, también se observó una relación entre la dureza de la masa y la humedad ya que las masas con un índice de dureza más alto son aquellas a las que se les agrego un porcentaje menor de agua, esto concuerda con lo que menciona López-Espíndola, et al. (2020), donde correlacionan que, a mayor contenido de humedad, la masa es más suave y viceversa.

Tabla 2. Análisis de perfil de Textura la masa de maíz-quínoa

Formulación.	Adhesividad (mJ).	cohesividad.	Elasticidad (mm).	Dureza Ciclo 1 (N).	Deformación según dureza.
F1	20.80±1.73	0.61±0.02	13.10±1.15	2.84±0.07	17.71±0.15
F2	8.30±1.21	0.54±0.09	12.68±1.35	1.38±0.13	17.78±0.16
F3	11.73±2.40	0.54±0.06	13.05±1.06	1.88±0.27	17.71±0.11
F4	17.70±4.26	0.47±0.06	11.86±1.22	3.44±0.38	17.82±0.12
F5	14.57±0.85	0.54±0.03	12.48±0.10	2.62±0.23	17.81±0.12
F6	19.60±4.61	0.46±0.12	11.72±1.39	3.94±0.26	17.91±0.06

Respecto a la cohesividad de las masas adicionadas con Carboximetil celulosa (CMC) coinciden con los resultados obtenidos por Gasca Macera y Casas Alencaster (2007), obteniendo valores promedios de cohesividad que fluctúan entre 0.266 y 0.587

Lo que refiere a la elasticidad reduce mínimamente en las formulaciones adicionadas con CMC, mientras que la adhesividad aumenta considerablemente respecto a las formulaciones a las que no se les añadió carboximetil celulosa.

Tabla 2. Propiedades secundarias de textural de masa maíz-quínoa.

Formulaciones	Gomosidad (N)	Masticabilidad (mJ)
F1	1.74±0.06	22.80±2.70
F2	0.76±0.19	9.80±3.24
F3	1.02±0.16	13.37±2.84
F4	1.62±0.39	19.60±6.51
F5	1.40±0.06	17.50±0.72
F6	1.80±0.48	21.50±7.76

El análisis de las propiedades secundarias de textural mostradas en la tabla 2 respecto a la masticabilidad y gomosisidad se observa una influencia significativa de la incorporación del CMC ya que se mostró un aumento considerable.

No obstante, las características que se consideran necesarias para generar tortillas de buena calidad varían por ejemplo Bello-Pérez et al. (2002) mencionan que las condiciones de nixtamalización son diferentes en cada tortillería, estas variaciones están en función de la variedad del maíz, temperatura de cocción, técnica, cantidades a utilizar y tiempo de reposo. Por otro lado, Peña-Reyes et. al. (2015) En su artículo “Análisis de textura en masa y tortilla elaboradas con maíz nixtamalizado en diferentes procesos” menciona que la cohesividad y adhesividad de las masas elaboradas con el maíz nixtamalizado con los diferentes tratamientos y comparada con una masa comercial no se obtuvo diferencia significativa ( $\alpha=0.05$ ), lo que indica que las condiciones de nixtamalización de los diferentes tratamientos logran el mismo efecto, dando las condiciones para obtener una masa de buena calidad.

Para cohesividad y adhesividad, Fernández-Sesma (1993) menciona que para obtener tortillas de calidad es necesario generar masas suaves con adhesividad en un rango entre  $0.83 \times 10^{-2}$  y  $1.45 \times 10^{-2}$  N

m. Mientras que Jiménez- Juárez et al. (2012) mencionan que es necesario manejar rangos de cohesividad entre 211.5 y 215.25g; y una adhesividad entre 24.37 y 33 g.

Bello- Pérez, et. Al (2002). Menciona que grandes cantidades de almidón gelatinizado dado por un cocimiento excesivo da como resultado una masa pegajosa, mientras que una masa con tiempo de cocción inferior al necesario produce una masa sin cohesividad.

Por esta razón es que existen una gran variabilidad en cuanto a los resultados obtenidos en este proyecto, si bien, la gran mayoría coincide en llevar a cabo un proceso de nixtamalización, la diferencia en variables en cuanto a temperaturas, cantidades, variedades, tiempos, dan como resultado pequeñas variables en la textura de la masa, sin embargo, no es hasta el proceso de amasado, donde se observan mayores cambios, debido a la cantidad de agua agregada y tiempo de amasado, generando estrés en la masa y aumentando los niveles de deformación relativa aparente como lo menciona Gasca-mancera (2007).

La calidad de la tortilla es influida por las características del grano y condiciones de elaboración (Bourne, 1982); por el manejo del grano (Bedolla y Rooney, 1982), que inciden en las características nutricionales (Bressani, 1990). La adición de hidrocoloides beneficia la retención del agua en masas de maíz, esto representa una ventaja frente a las masas tradicionales, ya que frecuentemente la masa de maíz pierde humedad con relación al tiempo que se deje en reposo, es decir que a mayor tiempo se deje en reposo expuesta al ambiente, mayor será el porcentaje de humedad que perderá.

### **CONCLUSIÓN**

Este efecto se ve disminuido mediante la adición de carboximetil celulosa, sin embargo, esto también le otorga nuevas características respecto a la textura, ya que aumenta su dureza y la adhesividad de la masa, además de generar tortillas con una textura más gomosa.

Como recomendación, es necesario tener cuidado respecto a la cantidad de agua que requerirá la masa ya que esta cantidad puede variar respecto a distintos factores como lo pueden ser el tiempo de guarda del grano de maíz y la temperatura ambiental; además, como ya se ha mencionado, la masa de maíz tiende a perder humedad con el tiempo si se encuentra expuesto al ambiente, por lo que es importante considerar este aspecto si se pretende realizar análisis de perfil de textura.

### **BIBLIOGRAFÍA**

Cuevas- Mejía, J. J. 2014 Maíz: Alimento fundamental en las tradiciones y costumbres mexicanas, Pasos, Revista de turismo y patrimonio cultural. Vol. 12. Pp. 425-432, México.

García- Méndez, S. 2004. Estudio nutricional comparativo y evaluación biológica de tortillas de maíz elaboradas con diferentes métodos de procesamiento. Instituto politécnico nacional, México.

González, J. A., y Prado, E. F. 2013. Quínoa: aspectos biológicos, propiedades nutricionales y otras consideraciones para su mejor aprovechamiento. Facultad de ciencias culturales e IML, Argentina.

Rojas, W; Vargas- Mena, A; Pinto- Porcel, M. 2016. La diversidad genética de la quinua: potenciales usos en el mejoramiento y agroindustria. Universidad mayor de san Andrés, Bolivia.

- Bello- Pérez, L. A., Osorio Díaz, P., Agama Acevedo, E., Núñez Santiago, C., Paredes López, O. 2002. Propiedades químicas, fisicoquímicas y reológicas de masa y harina de maíz nixtamalizado, *Agro ciencia*, Vol. 3.Pp. 319-328, México.
- De Teresa-Ochoa, A. P., y Viniestra, G. 2009. Temas selectos de la cadena Maíz-Tortilla, Un enfoque multidisciplinario. Ed. Universidad Autónoma Metropolitana, México. pp.143-170.
- Torres, F; Moreno, E; Chong, I; Quintanilla, J. (1996). La industria de la masa y la tortilla, desarrollo y tecnología. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Ramirez-Wong, B., Steat, V., Torres, P., and Rooney, L. 1993. *Cereal Chem.* 70(3):286-290
- INIAP. 2004. Textura de alimentos, medida instrumental y aplicaciones. Departamento de nutrición y calidad, estación experimental santa catalina, quito, ecuador.
- García, J; Perez A; Acosta, H. Villada, H; 2006. Reología de masas de maíz reforzadas con manitol y CMC. *Facultad de ciencias agropecuarias*, Vol. 4. Pp. 51-57. México.
- Gasca-Mancera, J. C., y Casas-Alencáster, N. B. 2007. Adición de harina de maíz nixtamalizado a masa fresca de maíz nixtamalizado. Efecto en las propiedades texturales de masa y tortilla. *Revista mexicana de ingeniería química*. Pp. 317-328.
- Jiménez- Juárez, JA., Arámbula- Villa, G., De la Cruz- Lázaro, E., y Aparicio- Trapala, Ma. 2012. Características del grano, masa y tortilla producida con diferentes genotipos de maíz del trópico mexicano. *Universidad y ciencia Trópico húmedo*. Pp. 145-152.
- Fernández- Sesma,, L., 1993 Revisión de la tecnología del proceso de elaboración de la tortilla de maíz. Universidad de Sonora.
- López-Espíndola, M., Herrera-Corredor, J. A., Balderas-López, J. M., Argumedo-Macías, A., Hernández-Cázares, A. S., Muñoz-Márquez Trujillo, R. A. 2020. Caracterización fisicoquímica de masas de maíz (*Zea mays* L) nixtamalizado caso Córdoba, Veracruz, México. *Revista Agro producción*. Pp. 9-14.
- Peña-Reyes, R. A., Fernández-Perrino, F. J., Ramírez-Romero, G. A., Cruz-Guerrero, A. E. 2015. Análisis de textura de masa y tortilla elaboradas con maíz nixtamalizado en diferentes procesos. *Universidad Autónoma Metropolitana- Iztapalapa*. Pp. 1
- Bedolla, S., and L. W. Rooney. 1982. Cooking maize for masa production. *Cereal Foods World* 27: 219-221.
- Bourne, M. C. 1982. Food texture analysis. *Food Technology* 32: 62-66
- Bressani, R. 1990. Chemistry, technology and nutritive value of maize tortilla. *Food Reviews International* 6: 225-264.