

Vida de anaquel y evaluación sensorial en tortillas de maíz elaboradas con conservadores y mejoradores

José Juan Ordaz Ortiz¹ y María Gricelda Vázquez Carrillo²

Chapingo, México

RESUMEN. Con el propósito de elaborar tortillas empacadas, con una vida de anaquel prolongada y que a su vez tengan la calidad de un producto fresco, se planteó determinar el efecto de conservadores y mejoradores sobre las características reológicas, sensoriales y vida de anaquel en tortillas de harina de maíz nixtamalizado. Los conservadores evaluados fueron: sorbato de potasio (SK) y propionato de calcio (PCa). Como mejoradores de la textura se usaron: carboximetilcelulosa (CMC) y estearil-2 lactilato de sodio (SS2L). En las tortillas frescas se evaluó pH, rendimiento, textura, elasticidad y evaluación sensorial. Las tortillas empacadas en bolsas de polietileno se almacenaron a 4 °C. Las tortillas que tenían SK (0,1%), PCa (0,1%) y SS2L (0,25%), fueron las más ácidas (pH=5,12), las de mayor vida de anaquel (53 días sin desarrollo de microorganismos), y la menor cuenta total de mesófilos aerobios (23 unidades formadoras de colonias). Los mayores rendimientos correspondieron a los tratamientos con 0,5% de CMC, siendo las tortillas más elásticas, pero con menor vida de anaquel (18 y 24 días). Diez días después de empacar las tortillas, fueron recalentadas y evaluadas sensorialmente por 5 panelistas entrenados, quienes juzgaron que el mejor tratamiento fue el que contenía SK (0,1%), PCa (0,1%) y CMC (0,5%), por ser las tortillas más suaves y elásticas; en el resto de los atributos las mejores tortillas fueron las hechas con el método tradicional (frescas). En la prueba de nivel de agrado, los consumidores señalaron que la tortilla de mejor sabor era la tradicional. No obstante, los tratamientos con mezcla de conservadores (SK y PCa) y mejoradores, obtuvieron calificaciones semejantes a las obtenidas por dos marcas comerciales de tortillas empacadas. Palabras clave: Tortillas, vida de anaquel, maíz, características, reológicas.

INTRODUCCION

En México la producción de tortillas puede realizarse a partir de masa de maíz nixtamalizado o bien a partir de harina de maíz nixtamalizado. En ambos casos los consumidores prefieren las tortillas de masa fresca y recién hechas. No obstante, en los últimos años han aparecido en el mercado

SUMMARY. Shelf-life and sensory evaluation of corn tortillas, made with preservatives and texture conditioners. With the objective of producing packaged tortillas with a longer shelf-life which, at the same time, have the qualities of fresh tortillas, the effects of preservatives and texture conditioners on rheologic and sensory characteristics and shelf-life of tortillas made with nixtamalized corn flour were studied. The preservatives evaluated were potassium sorbate (SK) and calcium propionate (PCa). The texture conditioners used were carboxymethylcellulose (CMC) and sodium stearyl-2 lactilate (SS2L). Fresh tortillas were evaluated for pH, yield, texture, elasticity, and sensory quality. The packaged tortillas were packed in polyethylene bags and stored at 4 °C. The tortillas with 0,1% SK, 0,1% PCa, and 0,25% SS2L were the most acid (pH=5,12), had the longest shelf-life (53 days with no microorganism growth), and the lowest total count of aerobic mesophylls (23 colony forming units). The highest yields resulted from the treatment with 0,5% CMC, producing the most elastic tortillas but those with the shortest shelf-life (18 and 24 days). The sensory evaluation, done ten days after packing by five trained panel members, judged that best treatment was that which contained 0,1% SK, 0,1% PCa, and 0,5% CMC. These tortillas were judged to be the softest and most elastic. For the remaining attributes, the best tortillas were those processed by the traditional method (fresh). In the pleasure test, the opinion of the consumers was that the tortilla with the best flavor was the traditionally prepared tortilla. Nevertheless, the treatments with mixtures of preservatives and texture conditioners were graded with scores similar to those obtained by two commercial packaged tortillas. Key words: Tortillas, shelf-life, corn, rheological, characteristics.

varias marcas de tortillas envasadas, cuyas características sensoriales distan mucho de las de este producto fresco. El uso de harina nixtamalizada para la producción de tortillas es cada día mayor, debido a las ventajas económicas, ambientales, y de manejo que su uso representa, entre las que se puede mencionar la relativa facilidad para adicionar otros componentes, tal es el caso de los conservadores y mejoradores que se emplean en la elaboración de tortillas empaquetadas de larga vida de anaquel.

La tortilla es un producto alcalino (pH entre 7,0 y 7,5), con una humedad promedio de entre 38-55% (1), fuente de calcio, cuyas características palatables están relacionadas con el hidróxido de calcio (cal) que se emplea en el cocimiento del

1. Ingeniero Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo.
2. Investigador del Inst. Nac. de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP). Chapingo, México.

maíz (nixtamalización). Cuando el maíz es nixtamalizado con porcentajes de cal mayores de 1,5% las tortillas tienen un sabor a cal que es indeseable para el consumidor y cuando la cal se añade en pequeñas proporciones las tortillas son quebradizas. Por otra parte la cal también se usa para evitar que las masas se acidifiquen. Así, en proporciones adecuadas la cal mejora las características palatables de la tortilla, es una fuente de calcio y un conservador de masas y tortillas.

Para lograr un eficiente control de hongos y bacterias en las tortillas se emplean combinaciones de ácidos y sales (conservadores). La reducción del pH de las harinas, por medio de ácidos (cítrico, fumárico o sórbico) aumenta la eficiencia de los conservadores, pero modifican las características organolépticas del producto (1,2). Las sales comúnmente empleadas para prolongar la vida de anaquel de tortillas son: el sorbato de potasio (SK) y el propionato de calcio (PCa), que son solubles en agua y más activos a pH bajos (3,5 - 6,6). Al disociarse en agua desprenden un olor ácido característico. El SK inhibe diversas enzimas presentes en la célula del microorganismo, ataca principalmente mohos y levaduras. El PCa se acumula en la célula del microorganismo interfiriendo el metabolismo por bloqueo enzimático o bien inhibiendo el crecimiento por competencia de sustratos. Tiene un amplio espectro de acción (3).

Investigaciones sobre estos conservadores señalan que tortillas elaboradas con PCa (0,0; 0,05; 0,1; 0,2 y 0,4 g), empacadas en bolsas de polietileno y almacenadas a temperatura ambiente, permanecen libres de hongos de 2 a 5 días, mientras que con dimetil fumarato (no aprobado por la FDA) la vida de anaquel fue de 2-11 días (4). En otra investigación (5) se redujo la humedad de las tortillas (THI), se adicionó glicerol como humectante y sorbato de potasio como agente micostático; señalando que las propiedades organolépticas de estas tortillas son diferentes a las obtenidas con el método tradicional, sin embargo los jueces calificaron a la THI como aceptable. La evaluación de tortillas comerciales de maíz empacadas en bolsas de polietileno y almacenadas a -10°C y 5°C ; ha mostrado que estos productos se mantienen sin cambios en su textura, calidad sanitaria y evaluación sensorial, durante 11 días (6).

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 de almidón y desnaturalización de proteínas. Entre los mejoradores más usados está la carboximetilcelulosa (1).

Con el propósito de elaborar una tortilla empacada con una 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 conservadores y mejoradores de la textura sobre las características reológicas, sensoriales y microbiológicas de tortillas elaboradas a partir de harina nixtamalizada, empacadas en bolsas de polietileno y almacenadas a 4°C .

MATERIALES Y METODOS

Se investigaron ocho tratamientos y un testigo con harina comercial de maíz nixtamalizado. Los aditivos usados fueron: ácido fumárico como acidulante, se adicionó en 0,3%; sorbato de potasio (SK) y propionato de calcio (PCa), ambos se adicionaron en una proporción de 0,1%; carboximetilcelulosa 7HXS (CMC) y estearil-2-lactilato de sodio (SS2L) se estudiaron mezclados en proporciones de 0,25 y 0,5%; todos bajo la especificación grado alimenticio. Todas las concentraciones fueron en base al peso de la harina. La masa se elaboró mezclando 100 g de harina con 125 ml de agua destilada pH de 6,6, los hidrocoloides se mezclaron en seco con la harina, los conservadores y el ácido fumárico se disolvieron previamente en el agua con que se hidrató la harina. La mezcla se amasó hasta no observar presencia de grumos en la masa, se elaboraron las tortillas (20 g de masa c/u) con una prensa manual cuidando que todas llegaran a un diámetro de $15 \pm 0,2$ cm, con el propósito de que todas tuvieran el mismo espesor (aproximadamente 3 mm). Se cocieron en un comal metálico a una temperatura de $160 \pm 5^{\circ}\text{C}$; cada tortilla se coció: 45 s por un lado, 35 s del otro y finalmente 25 s. Cuatro horas después de elaboradas las tortillas ya frías se dividieron; una porción para las evaluaciones en fresco y el resto se empacó en bolsas de polietileno, que fueron selladas y almacenadas a 4°C para la evaluación microbiológica (a las 24 h) y sensorial 10 días después de empacadas. Las determinaciones realizadas en las tortillas fueron: peso (g), pH [método 14.002, (7)], humedad [método N° 14.004, (7)]. Para textura y elasticidad de tortilla se usó el Texturómetro Universal (Instron, modelo 1120) con el punzón punta de estrella, y una celda de compresión de 1 Kg; la velocidad de la celda y el graficador fueron de 10 y 20 cm/seg respectivamente (8). La medición se realizó recalentando las tortillas en un horno de microondas, durante 90 s con un nivel de calentamiento 7. La textura o dureza (g-fuerza) quedó representada por el pico más alto de la gráfica. La elasticidad fue determinada por la distancia (mm), desde el inicio de la gráfica hasta la pendiente que cae del pico más alto. La vida de anaquel se obtuvo contando los días en que aparecían colonias de microorganismos visibles en las tortillas. La cuenta total de mesófilos aerobios (bacterias), hongos y levaduras se realizó a las 24 horas de empacadas (7).

Evaluación sensorial, se realizó con dos pruebas: a) Análisis Descriptivo Cuantitativo (ADC) (9); la metodología se generó con cinco panelistas entrenados, quienes evaluaron las tortillas recién hechas y las recalentadas después de 10 días de empacadas y almacenadas a 4°C . Los jueces definieron la(s) referencia(s) a usar para cada atributo en una escala de 15 cm. Los atributos fueron: facilidad al enrollamiento, aroma a harina nixtamalizada, aroma a pinole (maíz tostado y molido), aroma a ácido acético, humedad, dureza, sabor a cal, sabor dulce, sabor a ácido, elasticidad, y adhesividad en el paladar. b) Prueba de Nivel de Agrado (9), 54 jueces-consumidores calificaron atributos de color, apariencia, facilidad al enrolla-

do y sabor en los dos mejores tratamientos del ADC (seis y nueve), tortillas frescas (recién hechas) y dos marcas comerciales de tortillas empacadas, usando una escala hedónica de nueve puntos (desde gusta muchísimo hasta disgusta muchísimo). En ambos casos los datos se analizaron con análisis de varianza y pruebas de comparación múltiple.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las tortillas que contenían ácido fumárico (0,3%) fueron significativamente más ácidas que el testigo, observándose además diferencias entre tratamientos, lo que pudiera deberse al efecto de las sales y los hidrocoloides investigados. Las

tortillas más ácidas fueron las de mayor vida de anaquel (Tabla 1). En el rendimiento (peso) se encontraron diferencias estadísticas ($\alpha=0,05$) entre tratamientos, se observa que las tortillas con carboximetilcelulosa (CMC) son las de mayor rendimiento (debido posiblemente a una mayor retención de agua), no obstante, en el contenido de humedad de las tortillas no se encontraron diferencias significativas. Las tortillas con mejor textura pudieran ser las del tratamiento cinco (pues requieren de menos fuerza para romperse), sin embargo, estadísticamente todos los tratamientos son iguales. Por su elasticidad sobresalen las tortillas con 0,5% de CMC, que son estadísticamente diferentes al resto de los tratamientos (Tabla 1), coincidiendo con lo señalado por otros autores (1,11,12).

TABLA 1
Características de tortillas de maíz recién hechas y empacadas en bolsas de polietileno almacenadas a 4 °C¹

Tratamiento	Descripción	Recién hechas			Empacadas			
		pH	Humedad (%)	Peso (g)	Textura (g-f)	Elasticidad d(mm)	Vida de Anaquel (días)	CTMA (U.F.C/g)
1	Testigo	6,7 a&	46,8 a	14,9 ab	236,3 a	4,63 ab	10,3 c	33,7 a
2	0,1%SK, 0,5%CMC	5,7 b	45,4 a	15,5 a	257,3 a	5,26 a	18,3 cb	24,3 a
3	0,1%SK, 0,25%CMC	5,7 b	44,3 a	14,9 ab	190,7 a	4,63 ab	22,0 cb	52,0 a
4	0,1%SK, 0,5% SS2L	5,6 bc	46,1 a	14,7 ab	180,3 a	4,23 b	21,0 cb	65,7 a
5	0,1%SK, 0,25% SS2L	5,6 bc	41,3 a	15,0 ab	174,7 a	4,27 b	25,6 cb	26,7 a
6	0,1%SK, 0,1%PCa, 0,5%CMC	5,6 bc	46,2 a	15,9 a	233,0 a	5,43 a	24,0 cb	25,0 a
7	0,1%SK, 0,1%PCa, 0,25%CMC	5,5 bc	41,3 a	15,2 a	216,7 a	4,80 ab	33,6 ab	40,7 a
8	0,1%SK, 0,1%PCa, 0,5%SS2L	5,6 bc	38,1 a	13,9 b	258,0 a	4,17 b	21,0 cb	58,0 a
9	0,1%SK, 0,1%PCa, 0,25% SS2L	5,1 c	38,8 a	15,1 ab	243,0 a	4,47 ab	52,6 a	23,3 a
	Diferencia Mínima Significativa	0,51	1,4	1,3	80,8	0,98	22,32	4,81

1 Promedio de tres repeticiones.

2 Tortillas de 20 g de masa.

SK Sorbato de potasio, PCa propionato de calcio, CMC Carboximetilcelulosa, SS2L Estearil-2-lactilato de sodio.

CTMA Cuenta Total de Mesófilos Aerobios, U.F.C. Unidades Formadoras de Colonias.

& Letras iguales no hay diferencia estadística ($\alpha=0,05$).

Con excepción del tratamiento nueve que tuvo la mayor vida de anaquel, el resto de los tratamientos mostraron deterioro por microorganismos en tiempo semejante ($x=21$ días) y diferentes al testigo. Las tortillas con 0,1% SK, 0,1% PCa y 0,25% de SS2L fueron las de mayor vida de anaquel debido posiblemente a su reducida humedad y bajo pH. No obstante, que a todos los tratamientos se les adicionó la misma cantidad de agua (Tabla 1).

El almacenamiento a 4 °C de las tortillas empacas, se suspendió al percibirse el desarrollo de microorganismos. En el testigo a los 10 días se identificaron colonias de *Penicillium sp.*, *Aspergillus niger*, *Mucor rouxii*, *Cladosporium sp.* En el mismo tiempo en los tratamientos, únicamente se desarrollaron colonias de *Penicillium sp.* (Tabla 1), lo cual muestra la

eficiencia de las sales adicionadas (solas o combinadas) para inhibir la acción de especies de hongos menos agresivos que *Penicillium sp.*

El Análisis Descriptivo Cuantitativo (ADC) mostró que las tortillas del tratamiento seis son mejores que el testigo en los atributos de dureza y elasticidad, coincidiendo con la evaluación instrumental realizada y estando de acuerdo con lo informado en productos alimenticios que contienen CMC (1,11,12). En esta evaluación también destacó el tratamiento nueve, que fue estadísticamente igual al testigo en el atributo de dureza (Tabla 2). Al comparar los ocho tratamientos con dos marcas de tortillas comerciales empacadas (A y B), se encontró que los tratamientos 6 y 9 fueron mejores en el atributo de aroma a ácido acético. El tratamiento seis superó

TABLA 2
Análisis descriptivo cualitativo de tortillas de maíz¹

Tratamiento	E*	D*	AP*	AAA*	SC*	SD*	SA*	EL*
Tort. tradicionales ²	12,00 a&	3,4 b	5,1 a	1,5 c	0,82 b	3,8 b	0,5 b	6,7 d
SK, PCa, CMC (6)	11,7 b	4,0 a	3,1 b	3,1 c	1,0 ab	3,4 c	0,5 b	8,1 a
SK, PCa, SS2L (9)	9,2 d	3,3 b	1,0 d	3,0 d	1,0 ab	2,5 d	0,4 c	6,2 e
Comercial A	11,3 c	4,1 a	1,1 c	5,1 a	1,2 a	2,2 e	0,7 a	7,3 b
Comercial B	11,1 c	4,3 a	1,0 d	3,9 b	1,0 ab	4,9 a	0,5 b	7,1 c
D,M,S,	0,31	0,40	0,13	0,08	0,25	0,11	0,05	0,13

1 Promedio de tres repeticiones. Los tratamientos 6 y 9 son tortillas almacenadas durante 10 días a 4 °C.

2 Recién hechas.

* Atributos: Enrollamiento, Dureza, Aroma a pinole (maíz tostado y molido), Aroma a Acido Acético, Sabor

a Cal, Sabor Dulce, Sabor Acido, Elasticidad

DMD. Diferencia Mínima Significativa

& Letras iguales no hay diferencia estadística ($\alpha=0,05$)

a las marcas comerciales en el enrollado y la elasticidad (Tabla 2). Estos resultados muestran la preferencia de los conocedores por las tortillas frescas y recién hechas, no obstante, que también aceptan con agrado las tortillas con apropiadas proporciones de ácido, conservadores y mejoradores.

En la prueba de nivel de agrado los jueces-consumidores, señalaron que la tortilla de mejor sabor era la tradicional, seguida por la marca comercial A que fue estadísticamente igual a los tratamientos 6 y 9. En color, apariencia y facilidad al enrollado la tortilla comercial B y el tratamiento 6 fueron estadísticamente iguales. Es posible que los consumidores hayan preferido el tratamiento con CMC, debido a su mayor elasticidad. En la calificación global del nivel de agrado, aparece en primer lugar la tortilla tradicional, seguida por la comercial B, después el tratamiento 6, seguido por la tortilla comercial A, el tratamiento 9 y al final el testigo a base de harina nixtamalizada. De lo anterior se concluye que los consumidores de tortillas, continúan prefiriendo la tortilla tradicional recién hecha, sin embargo, aceptan con agrado las tortillas con conservadores y mejoradores, ya que se mejora la apariencia y la facilidad al enrollado.

CONCLUSIONES

La vida de anaquel de las tortillas de maíz elaboradas con conservadores y mejoradores almacenadas a 4 °C, se incrementó de 10 días (testigo) a un promedio de 21 días, en siete de los tratamientos investigados. Por su rendimiento tortillero, elasticidad (medida instrumental y sensorialmente), vida de anaquel y evaluación sensorial, la mejor tortilla fue la elaborada con sorbato de potasio (0,1%), propionato de calcio (0,1%) y carboximetilcelulosa (0,5%). La evaluación sensorial (ADC y Prueba de Nivel de Agrado) mostraron que los consumidores prefieren las tortillas hechas con el método

tradicional y recién hechas. No obstante, aceptan con agrado las tortillas que contienen conservadores y mejoradores de la textura, ya que se mejora la apariencia y la facilidad al enrollado.

AGRADECIMIENTOS

Al Químico Jorge Castillo Merino por sus atinadas sugerencias en el análisis instrumental, al QBP. Salvador Martínez Romero por su asesoramiento en el análisis microbiológico, al Dr. Arturo Hernández Montes gracias por su colaboración en la evaluación sensorial parte fundamental del trabajo, y de manera muy especial a los miembros del panel de Evaluación Sensorial de Alimentos del Departamento de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Autónoma Chapingo y del Laboratorio de Tecnología de Alimentos (INIFAP).

REFERENCIAS

1. Almeida HD y Rooney LW. Avances en la manufactura y calidad de productos de maíz nixtamalizado. Rev Industria Alimentaria. Diciembre, 1996; p.4-13.
2. Tellez-Girón A, Acuff GR, Vanderzant C, Rooney LW & Waniska RD. Microbiological characteristics and shelf life of corn tortillas with and without antimicrobial agents. J Food Protections 1988; 51(12): 945-948.
3. Lueck E. Antimicrobial food additives. Springer-Verlag, Berlín Heidelberg, NY, 1977.
4. Islam MN, Lirio ME & Delvalle RR. Mold inhibition in tortilla by dimethyl fumarate. J Food Process Preserv 1984; 8:41-45.
5. Pelaez J & Karel M. Development and stability of intermediate moisture tortilla. J Food Process Preserv 1979; 4:41-65.
6. Nieblas JM., Sánchez A, Cumplido LG y Higuera-Ciapara I. Efectos del material de empaque y temperatura de almacenamiento en la calidad de tortilla de maíz. Arch Latinoam Nutr 1991; 41(4): 584-594.

7. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official Methods of Analysis, 14a ed. USA, 1984.
8. Vásquez AR. Correlación de medidas sensoriales e instrumentales para optimizar una metodología para medir textura en tortillas. Tesis Profesional, Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Autónoma Chapingo, México, 1990.
9. Stone H & Sidel JL. Sensory evaluation practices. Second edition, Academic Press, Inc. California, USA 1993.
10. Pedrero FDL y Pangborn RM. Evaluación sensorial de alimentos, métodos analíticos. Edif. Alhambra Mexicana, México D.F. 1989; 251pp.
11. Feddersen RL & Stephen NT. Sodium carboxymethylcellulose, in: «Industrial Gums, polysaccharides and their derivatives», Whistler R.L., BeMiller J.N. Academic Press Inc, California, USA, 1993.
12. Glicksman M. Food applications of gums in: «Food Carbohydrates», Lineback D.R., AVI Publi, Inc. USA, 1982.

Recibido: 12-02-1996

Aceptado: 04-07-1997