

# Influencia de la materia prima en la carga microbiológica de tortillas de maíz en dos regiones de México

de la Rosa-Millán, J.<sup>1\*</sup>

*Palabras clave:* tortillas, nixtamal, análisis de componentes principales  
*Key words:* tortillas, nixtamalized maize flour, principal component analysis

## Introducción

En México, las tortillas representan una parte importante de nuestra identidad cultural, además que representan un aporte importante de calorías en la dieta. Durante su producción se presentan diferentes etapas en las que el contenido de los granos de maíz es sujeto a procesos de secado, molienda y cocción que modifican sus características funcionales, nutricionales y microbiológicas [1]. Desde hace algunas décadas, con el fin de mejorar el aporte nutricional de este producto se han realizado esfuerzos en su tecnificación, incrementando la biodisponibilidad de sus componentes, y mediante cambios en la legislación se han establecido estrategias enfocadas a su estabilización durante su vida de anaquel y equilibrio de nutrien-

tes. Es bien sabido que, en México, las preferencias de consumo de este importante producto están definidas por la región geográfica; teniendo influencia directa en la preferencia de la materia prima y procesos de elaboración que conducen a variaciones de color, sabor, textura y tamaño de producto [2]. Por lo anterior, existen estudios que relacionan la presencia de grupos de microorganismos muy variable, atribuido a diversas causas, entre las que han dejado de lado el origen de la materia prima. El objetivo de este trabajo fue analizar tortillas de maíz obtenidas en tortillerías o en puntos de venta en dos regiones, Nuevo León (Área metropolitana de Monterrey) y Bajío (Silao y sus alrededores), con el fin de conocer la influencia

1 Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ingeniería y Ciencias. Bio-Foods Research. Centro de Biotecnología FEMSA, Eugenio Garza Sada 2501, Monterrey, NL, México.

\* juliandlrn@tec.mx



de la materia prima sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas de tortillas.

## Metodología

Se recolectaron 80 muestras de tortilla de maíz en dos localidades del territorio nacional, Nuevo León (40), y Guanajuato (40), el criterio de selección fue al azar tanto en tortillerías y puntos de venta externos (tiendas de abarrotes, expendios de frutas y verduras). Se registraron los nombres de los establecimientos, municipalidad, tipo de materia prima, Harina de maíz nixtamalizado (NMF), Mezcla (Mezcla) y Nixtamal tradicional 100% utilizada para la elaboración del producto.

En los expendios de tortilla, se tomaron muestras a la salida de la máquina tortilladora, la cual fue empacada en papel nuevo y bolsa de plástico, mientras que en los puntos de venta externos se tomaron paquetes de 1/2 kg directamente del recipiente donde se almacenan para su venta (hielera). En ambos casos se registró la temperatura con un termómetro infrarrojo. Las muestras fueron transportadas inmediatamente al laboratorio para su análisis, a cada muestra se le cuan-

tificó lo descrito en la Tabla 1.

Con el fin de profundizar en los cambios químicos ocasionados por el crecimiento bacteriano se seleccionaron 24 muestras, tomando en cuenta su carga microbiológica, 8 con muy baja cantidad y el resto (16) con las cargas máximas registradas en mesófilos aerobios y hongos. A estas, se realizaron análisis proximales, humedad, proteína, lípidos y cenizas, usando metodologías oficiales de la AACC (2000) y AOAC (1990).

Se caracterizaron sus carbohidratos en términos de contenido de almidón total, amilosa, amilopectina, contenido de fibra, azúcares libres utilizando kits comerciales (Megazyme®, icklow®, Ireland®), alfa amino nitrógeno e índice de peróxidos por metodologías oficiales de la AOAC (1990) como indicadores del crecimiento bacteriano.

En el análisis estadístico para los datos obtenidos se utilizó comparación de medias de Tukey y con el fin de conocer las variables que tienen influencia sobre el contenido de microorganismos se realizó análisis de componentes principales (ACP) por correlación de Pearson.

**Tabla 1.** Análisis y NOM correspondiente.

Análisis	NOM/metodología aplicable
% Humedad	AM-002
pH	AH-007
Acidez titulable (ml NaOH 0.1)	LC-FQ-11
Bacterias Mesofílicas Aerobias (UFC/g)	NOM-110-SSA1-1994 NOM-092-SSA1-1994
Hongos (UFC/g)	NOM-110-SSA1-1994 NOM-111-SSA1-1994
Levaduras (UFC/g)	
Coliformes totales (UFC/g)	NOM-110-SSA1-1994 NOM-113-SSA1-1994
Listeria monocytogenes /25 g	Detección Molecular por bioluminiscencia (MDS 100 3M)
Salmonella sp /25 g	
<i>E. coli</i> 0157:H7/ 25g	
Acido Benzoico (%)	LC-AD-010
Acido Sorbico (%)	
Acido Propiónico (%)	
Acido Fumárico (%)	

## Resultados y discusión

En el total de muestras recolectadas (80) se observaron 3 componentes de importancia que en conjunto explican el 82% de las variaciones, siendo los componentes principales PC1: Temperatura de paquete cerrado, PC2: Temperatura de tortilla y PC3: bacterias mesofílicas. La distribución de las muestras en torno a los dos primeros componentes resultó en una distribución heterogénea, donde se encontró un clúster de muestras diferenciadas por ser tomadas de tortillas de reparto, lo que puede influir en el comportamiento de los componentes 1 y 2 (Temperatura de la hielera y pH).

La gráfica (Figura 1) muestra una separación clara entre las muestras que se comercializan mediante

reparto con respecto a las que son comercializadas directamente en la tortillería siendo de un comportamiento opuesto

Las variables agruparon sus vectores en torno a las temperaturas, encontrándose una correlación negativa con la cantidad de bacterias mesófilas (Figura 2). En este caso la variable de ácido benzoico, utilizado como aditivo para el control de microorganismos no presenta una correlación clara, por lo tanto, no es una influencia directa en el conjunto de muestras; en cambio, los valores de pH registrados pudieron estar relacionados con las características de las tortillas.

En 28 muestras seleccionadas, la gráfica de agrupación muestra claramente que las tortillas con menor

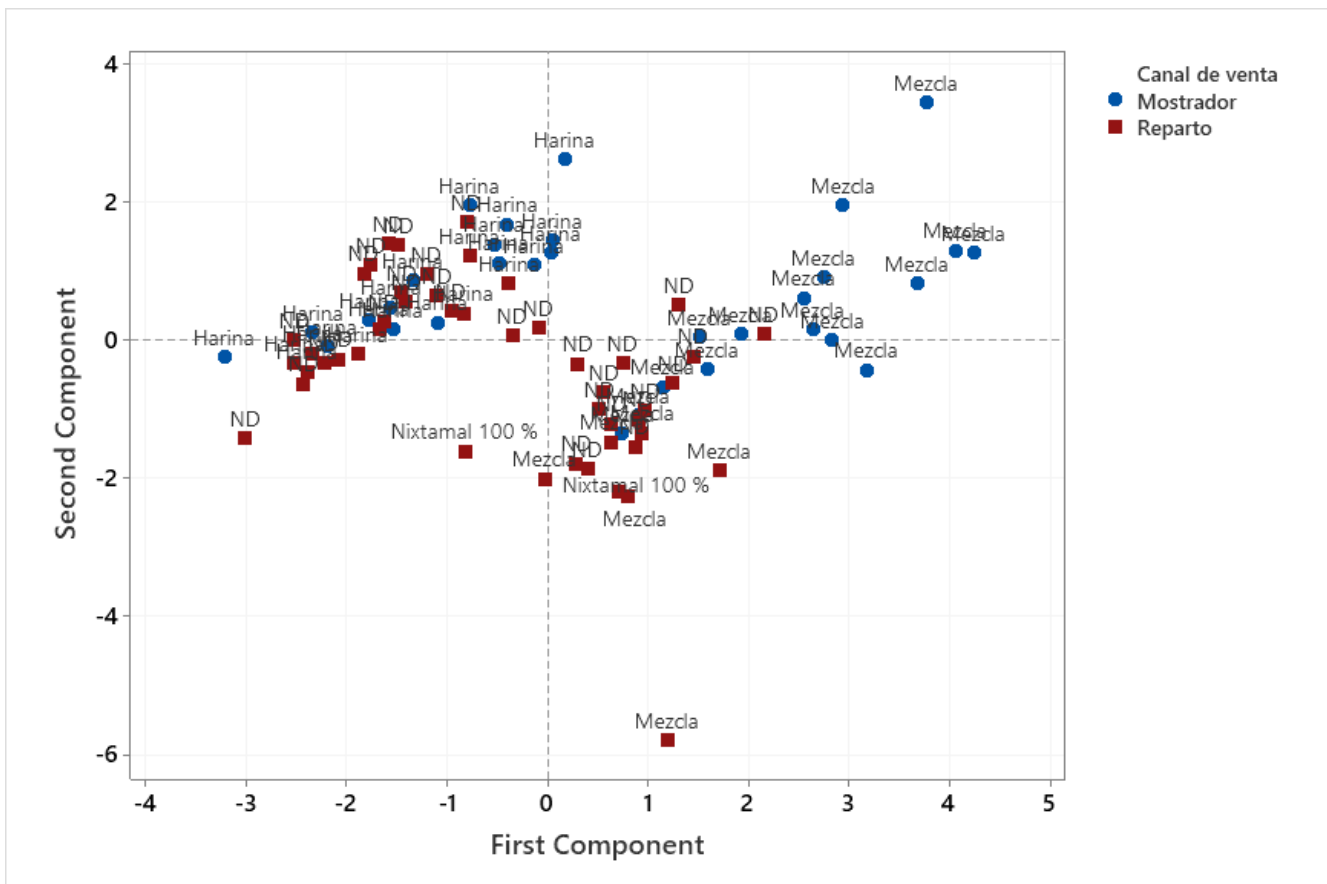
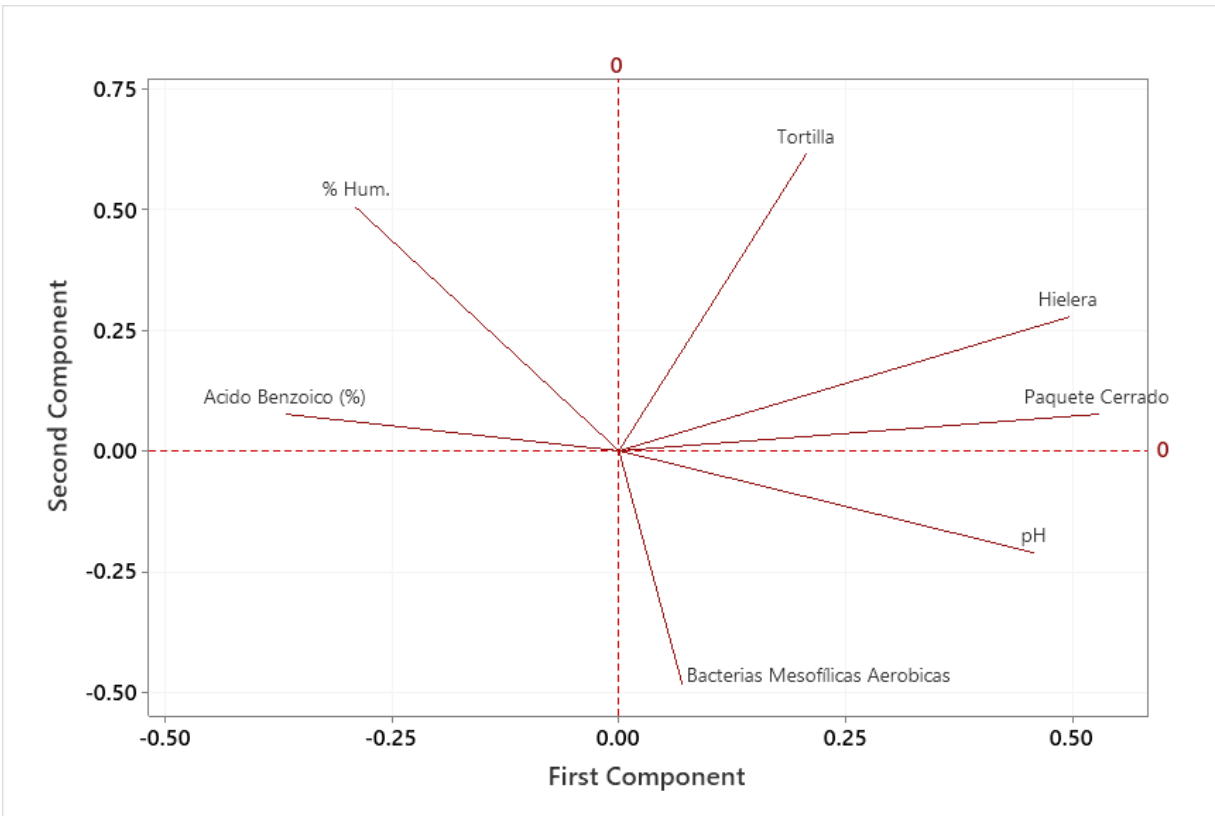


Figura 1. Gráfica de puntuación de las cargas vectoriales de las variables analizadas.



**Figura 2.** Gráfico de cargas vectoriales de las variables analizadas.

carga microbiológica fueron las elaboradas con NMF, sin importar el canal de venta, mientras que las que fueron elaboradas con mezcla y/o nixtamal muestran una amplia distribución de cargas microbiológicas. (Figura 3).

Se observaron 4 componentes de importancia que en conjunto explican el 80% de las variaciones. PC1: Valor de índice de peróxido. PC2: Contenido de lípidos. PC3: Hongos. PC4: Cenizas. Se encontraron 2 grupos de correlaciones de importancia. La primera entre el contenido de proteína, lípidos y la cantidad de hongos, y la segunda relacionada con el contenido de amilosa, el valor de índice de peróxidos y la cantidad de bacterias mesofílicas (Figura 4). Esta información puede ser de utilidad dado que puede ayudarnos a describir el crecimiento de estos microorganismos y su efecto en los productos durante su elaboración, manejo y almacenamiento.

## Conclusión

Los parámetros de azúcares libres y amino nitrógeno libre fueron de utilidad para confirmar los cambios a nivel molecular que ocurren en la tortilla, debido al crecimiento de microorganismos.

Los análisis complementarios realizados a las 28 muestras seleccionadas, permiten observar con claridad la influencia de la materia prima sobre la prevalencia de microorganismos, demostrando que las tortillas elaboradas con harina de maíz nixtamalizado presentan menor carga microbiana, comparadas con las elaboradas con mezcla y/o nixtamal.

Las tortillas elaboradas con mezclas de nixtamal presentan mayor carga microbiana, posiblemente debido a las condiciones de procesamiento de estas materias primas y/o pobres prácticas de manufactura y manejo de los productos.

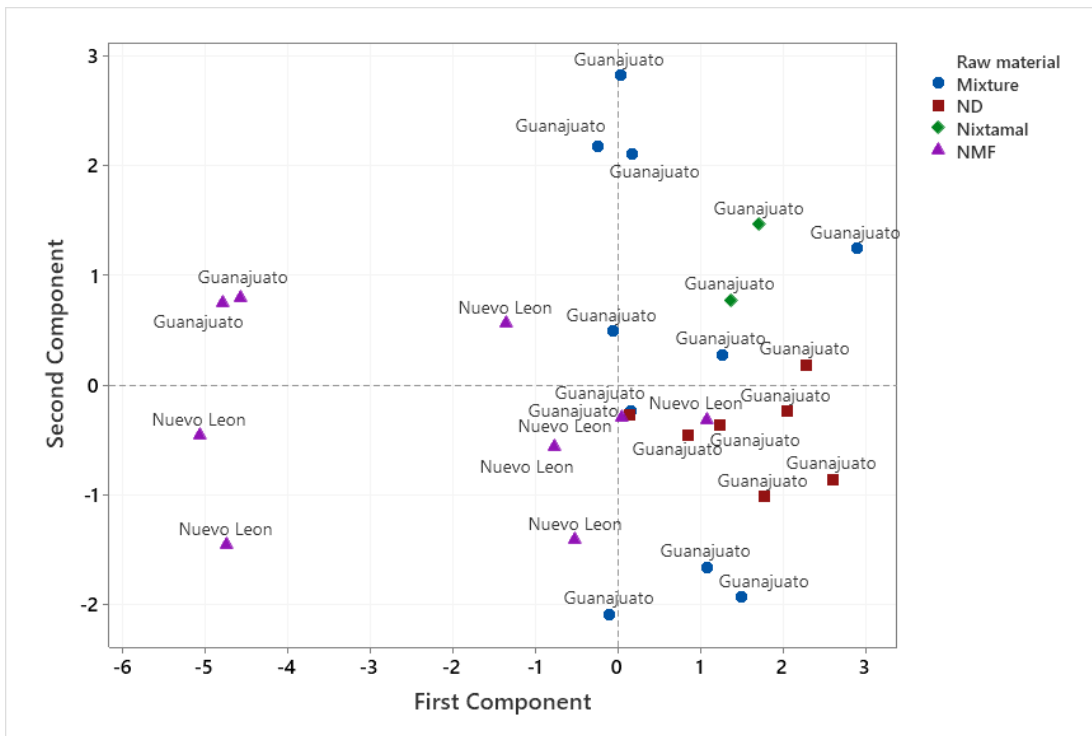


Figura 3. Distribución de variables en torno a los componentes.

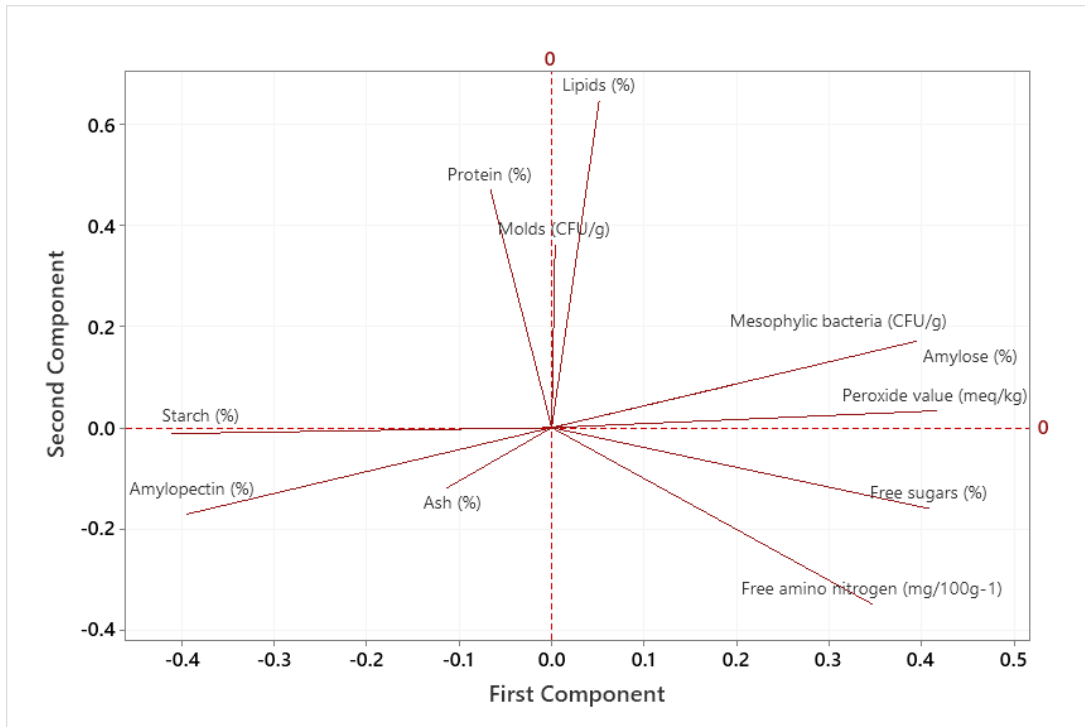


Figura 4. Vectores de correlación entre las variables analizadas en tortillas con diferente carga microbiológica.

## Referencias

1. Campos-Baypoli, O. N., Rosas-Burgos, E. C., Torres-Chávez, P. I., Ramírez-Wong, B., & Serna-Saldívar, S. O. (1999). Physiochemical Changes of Starch during Maize Tortilla Production. *Starch/Staerke*, 51(5), 173–177. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1521-379X\(199905\)51:5<173::AID-STAR173>3.0.CO;2-B](https://doi.org/10.1002/(SICI)1521-379X(199905)51:5<173::AID-STAR173>3.0.CO;2-B)
2. Castro-Rosas, J., Estrada-Hernández, A., & Gómez-Al-dapa, A. (2008). Inocuidad de tortillas. *Proceedings of Congreso Internacional de Nixtamalización: Del Maíz a la Tortilla*, p. 40. Available from: [http://congreso-de-nixtamalizacion.org/sites/congreso-denixtamalizacion.org/files/memorias/memoria\\_2008\\_CIN.pdf](http://congreso-de-nixtamalizacion.org/sites/congreso-denixtamalizacion.org/files/memorias/memoria_2008_CIN.pdf). Accessed 2.11.2012.
3. AACC International (2000) Approved Methods of the American Association of Cereal Chemist., 10th edn. St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists.
4. AOAC (1990) Official methods of analysis (15th ed) Washington, DC: Association Official Analytical Chemists.
5. Mahalanobis, Prasanta Chandra (1936). "On the generalised distance in statistics". *Proceedings of the National Institute of Sciences of India*. 2 (1): 49–55.