

CAMBIOS MORFOLÓGICOS Y ESTRUCTURALES EN PERICARPIO DE MAÍZ Y SU INFLUENCIA EN LA DIFUSIÓN DE CALCIO DURANTE EL PROCESO DE NIXTAMALIZACIÓN

E. Gutiérrez-Cortez^{1,2}; I. Rojas-Molina³; M. Cornejo-Villegas^{1,2}; M. E. Rodríguez^{2,4}

¹Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán-UNAM. ²Posgrado en Ingeniería. Facultad de Ingeniería-UAQ.

³Facultad de Ciencias Naturales UAQ. ⁴Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada.-UNAM.

C. Dra. Elsa Gutiérrez Cortez elsane@correo.unam.mx

• **Introducción:**

En todos los procesos de transformación en alimentos están inmersos una combinación de fenómenos de transferencia de momentum, de calor y de masa, el conocer como ocurren va a permitir establecer ecuaciones, métodos y procedimientos con el propósito analizar el funcionamiento de equipos y procesos en operación, para eficientarlos o rediseñarlos tal es el caso de la nixtamalización, proceso que ha permitido amplias condiciones al no estar estandarizado y carece de parámetros cuantitativos para evaluar sus etapas críticas.

La nixtamalización consiste en dos etapas básicas, un tratamiento térmico alcalino que inicia a temperatura ambiente hasta alcanzar una temperatura definida, manteniéndola isotérmicamente en un periodo determinado previamente establecido. Seguimiento de una secuencia de operaciones unitarias (Sefa-Dedeh et al., 2004).

La mayoría de los estudios sobre el proceso de nixtamalización han sido realizados en el endospermo, por tratarse del componente mayoritario del grano de maíz y donde ocurre el fenómeno de gelatinización (Rojas-Molina et al., 2007). El pericarpio es la estructura que rodea al grano de maíz, es impermeable al agua y al calcio, ha sido poco estudiado en el contexto de este proceso dado que representa un porcentaje minoritario del 5-7 en el grano. Sin embargo el rol que juega en la primera etapa del proceso de nixtamalización al modificar su estado físico, es determinante en el transporte de materiales, dado que gobierna los mecanismos de absorción, adsorción y difusión de agua y calcio al interior de los granos (Gutiérrez et al., 2007)

• **Objetivo:**

Determinar cambios morfológicos y estructurales en pericarpio de maíz provocados por el tratamiento térmico alcalino a diferentes condiciones, para correlacionarlos con la difusión de agua y calcio al interior de los granos, durante el proceso de nixtamalización.

• **Metodología:**

Preparación de las unidades experimentales: Los pericarpios fueron obtenidos de granos de maíz procesados en un equipo prototipo de nixtamalización, utilizando diferentes combinaciones de condiciones de proceso: temperaturas de 72, 82, 92 °C y tiempos de reposo de los granos de 0, 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 h.

Microscopía electrónica de barrido a bajo vacío: El estudio de la morfología del pericarpio de maíz y de su degradación fue evaluada utilizando micrografías obtenidas por un microscopio electrónico de barrido a bajo vacío modelo JEOL JSU-5600LV con una resolución de 5 nm, ajustado con un espectrómetro de rayos X con energía de dispersión (Noran Instrument, Modelo 4.2.3 Voyager). Las condiciones del equipo fueron: voltaje de aceleración electrónica de 20 kV, con una presión en el rango de 237.72–396.20 kg/m² en la cámara de la muestra, las imágenes se obtuvieron en la superficie a partir de la señal electrónica de barrido (Arenas, 1999).

Difracción de rayos X: se realizaron para conocer como cambia la estructura del pericarpio en un difractómetro de polvos Siemens D 5000. El equipo se operó: a 35 kv y 15 mA, con una radiación de $\text{CuK}\alpha$, con longitud de onda $\lambda = 1.5406 \text{ \AA}$. Estos datos fueron recolectados de 4 a 30° En escala 2θ , con pasos de 0.05° a una velocidad de $0.1^\circ \text{ seg}^{-1}$ y un tiempo de conteo por punto de 5 segundos (Rodríguez et al., 1996).

Espectroscopia de absorción atómica: Las lecturas de calcio en las muestra procesadas se realizaron en un equipo de espectroscopia de absorción atómica de flama, utilizando como gases aire seco con presión 12 psi, acetileno con presión 70 psi. para producir la flama, se hizo incidir la luz de una lámpara de un cátodo hueco a través de una muestra vaporizada por una flama. Se eligió la longitud de onda de 422.7 nm para calcio. Se obtuvo el porcentaje de absorción que es una medida de la concentración de calcio (Fernández et al., 2004).

• **Resultados:**

Las micrografías tomadas en pericarpio nativo y procesado se muestran en la figura 1 a, b, c, d, e, f, g, h.

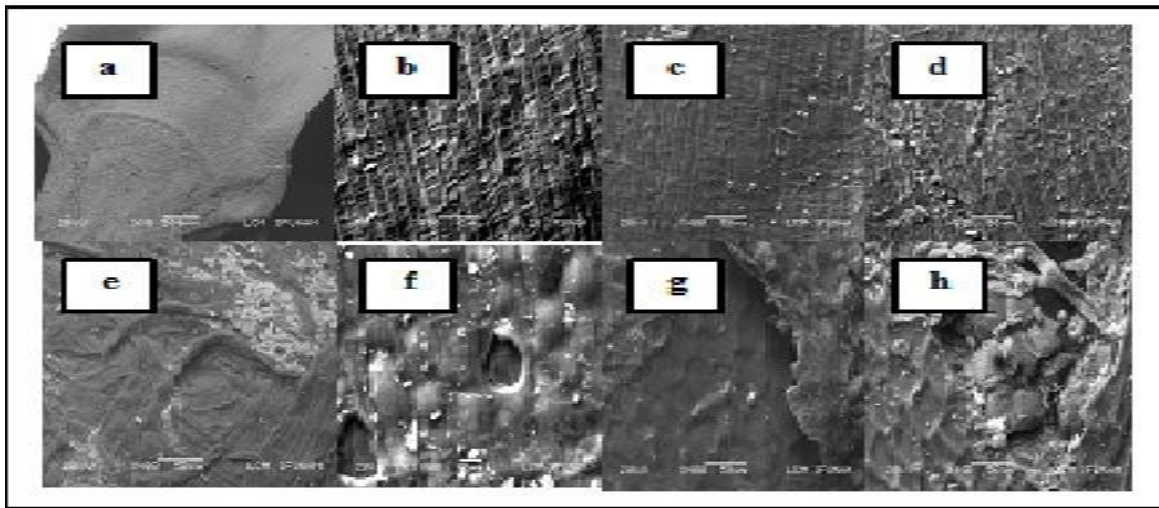


Figura 1 a, b, c, d, f, g, h micrografías de pericarpio nativo y sometido a tratamiento térmico 92°C

El análisis de microscopía electrónica de barrido a bajo demostró cambios de morfología que pueden fundamentar que el tiempos de reposo es una variable crítica en el deterioro de las estructura y con esto facilita el fenómeno de transferencia de masa a través del mecanismo de difusión de calcio y agua.

En la figura 2a, 2b se presentan los difractogramas de rayos X de pericarpio etapa de cocción y reposo.

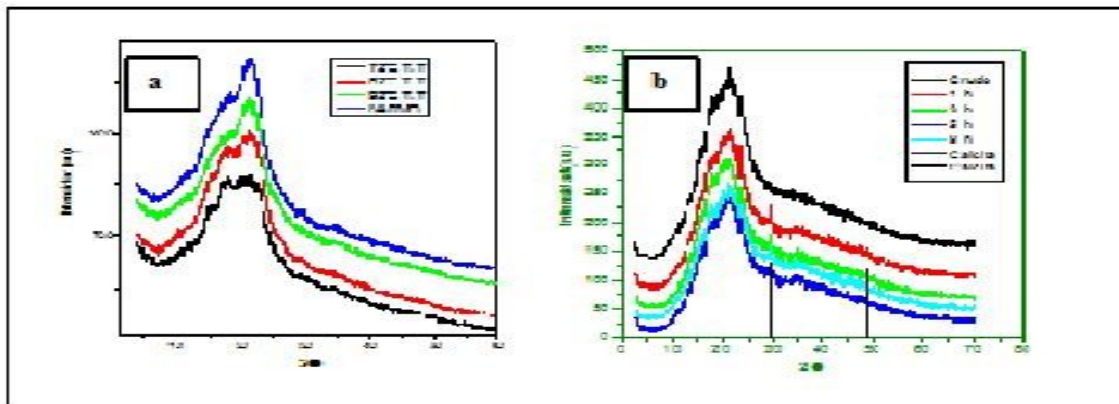


Figura 2a difractogramas de pericarpio cocción a 72, 82, 92°C . 2b difractogramas etapa de reposo

La figura 2a muestra que el pericarpio nativo es amorfo, pero al término de la etapa de cocción va aumentando su orden debido a que se pierde una parte amorfa que es la hemicelulosa y predomina la celulosa que es la parte cristalina. En la figura 2b el difractograma en la etapa de reposo no muestra modificaciones importantes en la cristalinidad, pero si demuestra la formación de compuestos de calcio en el pericarpio.

En la figura 3a y 3b se muestra la tendencia de las gráficas que se construyeron con las determinaciones de calcio. Se obtuvo la concentración de calcio en función de la temperatura y del tiempo de reposo.

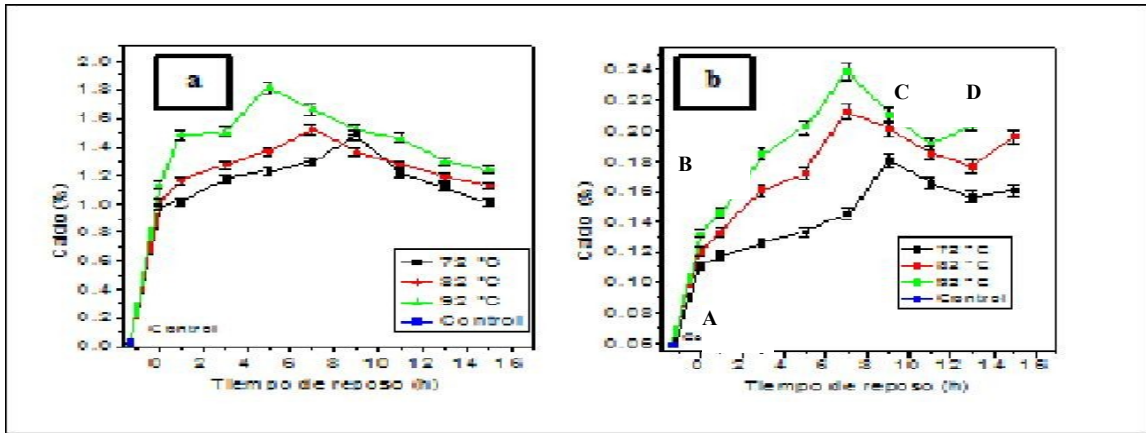


Figura 3a concentración de calcio residual en pericarpio de maíz, 2b concentración de calcio residual en grano.

La concentración de calcio residual que se presenta en las figuras 3a y 3b, es mayor a temperatura de 92 °C, donde se presenta un máximo a las cinco horas y se corre hacia tiempos mayores cuando la temperatura disminuye 82 y 72 °C. Posteriormente se presenta un descenso en el contenido de calcio, que se debe a la pérdida de pericarpio por efecto de la temperatura y del tiempo de reposo. En la figura 3b El análisis de la graficase dividió en cuatro partes: A, B, C, D, que corresponden a cuatro tiempos combinados.

- **Conclusiones:**

El análisis morfológico y estructural fueron excelentes herramientas que se utilizaron para caracterizar pericarpios de maíz nativo y para evaluar sus transformaciones después de la nixtamalización. Los cambios en la morfología son evidencias de la influencia de la temperatura y del tiempo de reposo en el deterioro de la estructura. Al degradarse el pericarpio se facilita la difusión de calcio al interior de la estructuras del grano provocando también importantes transformaciones y fijando mayor cantidad de calcio en el maíz.

- **Referencias:**

- [1] Arenas, A. J. A. Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares(1999)
- [2] Fernández-Muñoz, J.L; Rojas- Molina, I.; González-Dávalos, M. L.; Leal M.; Valtierra, M. E.; Martín-Martínez, E. y Rodríguez, M. E. (2004). Cereal Chem. 81: 65-69.
- [3] Gutiérrez, E., Rojas-Molina, I., Pons-Hernández, J.L., Guzmán, H., Agua-Ángel, B., Arenas, J., Fernández, P., Palacios-Fonseca, A., Herrera, G. and Rodríguez, M.E., Cereal Chem., 84 (2007) 186-194
- [4] Rodríguez, M. E.; Yáñez-Limón, J. M.; Alvarado-Gil, J. J.; Vargas, H.; Sánchez-Sinencio, F.; Figueroa, J. D. C.; Martínez, B. F.; González- Hernández, J.; Silva, M. D., y Miranda, L. C. M. (1996). Cereal Chem. 73: 593-600.
- [5] Rojas-Molina, I., Gutiérrez-Cortez, E., Palacios-Fonseca, A., Baños, L., Pons-Hernández, J.L., Guzmán-Maldonado, S.H., Pineda-Gómez, P. and M.E. Rodríguez, Cereal Chem., 84 (2007): 304-312
- [6] -Sefa-Dedeh, S., Cornelius, B., Sakyi-Dawson, E., and Ohene, E. Food Chem .,86 (2004):317-324.