



## EFFECTO DE LA COCCIÓN TÉRMICO-ALCALINA SOBRE LA OXIDACIÓN DE LOS ÁCIDOS GRASOS EN LA TORTILLA DE MAÍZ

María Rosario Yuliana Negrete <sup>1</sup>, Berenice Yahuaca Juárez <sup>1</sup>, Consuelo de Jesús Cortés Penagos<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Químico Farmacobiología, UMSNH, ynegrete\_hdez@outlook.com

### RESUMEN

La tortilla se obtiene a través de la nixtamalización del maíz, que consiste en una cocción térmico-alcalina, seguida de un reposo y finalmente la molienda del nixtamal para la obtención de masa, a partir de la cual se troquelan las tortillas y se cuecen a 230°C. Las condiciones de nixtamalización, particularmente la concentración de hidróxido de calcio y el tiempo de reposo, así como la temperatura para la cocción de la tortilla, pueden alterar compuestos nutricionales del maíz, como los ácidos grasos poliinsaturados, modificando su estabilidad oxidativa. El objetivo fue determinar el grado de oxidación del aceite de tortilla de maíz nixtamalizado. El material de estudio fue maíz variedad Sinaloa. El maíz se nixtamalizó utilizando una concentración de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  al 1 %, con un reposo de 12 horas, el nixtamal se molió para la obtención de masa y elaboración de tortillas. A las tortillas deshidratadas y molidas se les extrajo el aceite con Hexano por extracción directa. Al aceite se le determinó el índice de peróxidos e índice de yodo. El índice de yodo que se refiere a la presencia de dobles ligaduras asociadas a los ácidos grasos poliinsaturados refiere un valor de 98.982 g yodo/ 100g aceite, valor comparable al aceite control (98.47g yodo/100g aceite). Lo anterior, sugiere que la nixtamalización a dichas condiciones no afecta la estabilidad oxidativa del aceite, sin embargo el índice de peróxidos del aceite de tortilla fue de 36.4 meq  $\text{O}_2/\text{kg}$  de aceite, lo que representa un incremento en la formación de peróxidos con respecto al aceite control (16.4 meq  $\text{O}_2/\text{kg}$  aceite). Por lo anterior, se concluye que la temperatura de cocción de la tortilla altera la estabilidad oxidativa del aceite dando hasta esta etapa del proceso inicio a la oxidación de los ácidos grasos insaturados.

### 1. INTRODUCCIÓN

El maíz en México, es consumido principalmente en tortillas y considerado como un alimento básico en la dieta diaria, siendo recomendado en una dieta equilibrada por su aporte de entre 25 y 35 % de materia grasa entre otros nutrientes. Por tanto, debido a su alto consumo puede ser un vehículo de ingesta que contribuya con un porcentaje de Ácidos Grasos Esenciales, particularmente Acido linoleico (omega 6). La tecnología para producir tortilla de maíz nixtamalizado (según el proceso tradicional) es muy antigua, dicho proceso involucra como primera etapa un cocimiento térmico-alcalino del maíz denominado Nixtamalización. La nixtamalización se inicia con el cocimiento alcalino de los granos de maíz, seguido de la molienda del grano cocido (nixtamal) el cual es molido en un molino de piedras para posterior obtención de la masa. La técnica de cocimiento alcalino, tienen como finalidad suavizar el grano de maíz además de que mejora la calidad nutricional en masa con respecto al grano crudo, esto siendo resultado de los cambios químicos ocurridos en los nutrientes, los cuales a su vez son resultado de pérdidas de ciertas estructuras físicas del grano así como también de compuestos químicos inducidos por factores que influyen en el proceso de nixtamalización como son el tiempo y temperatura de cocimiento. Los principales cambios que



ocurren durante la nixtamalización del maíz se dan en la región del pericarpio, endospermo y germen. En el presente trabajo se destacan los cambios que ocurren respecto al contenido lipídico. Estudios sobre la disminución del contenido de Ácidos Grasos por efecto de la nixtamalización se han concentrado en la pérdida de estos, ya sea por la deposición de las partes físicas del grano de maíz (germen) en el nejayote o por emulsificación de los lípidos. Sin embargo, otro factor importante radica en la pérdida por oxidación de los Ácidos Grasos alterando no solo la cantidad sino la calidad nutricional. Además de tomar en cuenta la elaboración de tortilla, la cual es expuesta a una temperatura de 230-270°C la cual tiene participación en dicho proceso oxidativo. La oxidación lipídica es un proceso sumamente complejo que implica numerosas reacciones que dan a lugar a una gran variedad de cambios físicos y químicos. La naturaleza y extensión de estos cambios se ven influenciadas por un gran número de variables como luz, temperatura, aire, pH, etc. Dicho proceso conocido como auto-oxidación es resultado de la exposición al oxígeno que genera en las grasas compuestos desagradables desde el punto de vista sensorial e incluso tóxicos. Por tanto, es un proceso irreversible de oxidación de los Ácidos Grasos Insaturados, el cual es realizado en tres etapas conocidas como: iniciación, propagación y terminación. Por otro lado la estabilidad oxidativa puede definirse como la resistencia que presentan los lípidos a la oxidación. Por lo anterior, el objetivo fue determinar el grado de oxidación del aceite de tortilla de maíz nixtamalizado.

## 2. PARTE EXPERIMENTAL

En el estudio se empleó el uso del maíz variedad Sinaloa, de endospermo duro. Se le efectuó una caracterización al grano como químico proximal, peso hectolítrico siguiendo la técnica 55-10 de la AACCI (1983) y tamaño de grano. La elaboración del nixtamal se realizó tradicionalmente con una cocción en solución alcalina de 1% de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  en una proporción de agua 2:1 con respecto al maíz. La cocción se realizó a 95°C por 45 min en base a la dureza mencionada del endospermo, el reposo utilizado fue por 12 horas y una serie de lavados posteriores para retirar el pericarpio. La molienda se efectuó en un molino de piedra para obtención de la masa, la cual fue utilizada en la elaboración de tortilla de la forma tradicional, tan solo con especificaciones de peso para la estandarización de resultados, el cual fue 28 g de masa por tortilla con una cocción en comal a 230°C con cocción de 17 seg en la capa delgada, 55 s para capa gruesa y 17 s para correcto inflado. La tortilla una vez elaborada se llevó a secado solar y posterior molienda. En cuanto a la extracción del aceite, se efectuó por método directo en frío con el solvente utilizado en este caso Hexano, la cual duró 24 horas para una posterior filtración y recuperación del solvente por medio de un Rota vapor. Obtenido el aceite, se le midieron; el índice de yodo por el Método de Hanus (AOAC, 1990), el índice de acidez Método oficial de la AOAC (1990) y el índice de peróxidos Método oficial de la AOAC (1990).

## 3. RESULTADOS

Como resultados de la caracterización del grano, respecto al peso hectolitro, el resultado fue 74.60g/ml el cual es un indicador de la dureza del grano de maíz y de la composición del endospermo, indicando un grano funcional para elaboración de tortilla. El tamaño del grano si bien es una variable definida por el genotipo y medio ambiente, con ciertos niveles de tamaño máximo y mínimo dentro de cada raza en función de ello el resultado obtenido fue Ancho= 3mm, Largo= 12mm, Espesor= 9mm, lo cual indica un maíz apto para elaboración de tortilla. Con relación al índice de acidez, fue de 0,03 % comparados con un aceite control obtenido de un maíz sin procesar de 0,015 lo que indica un aumento en los ácidos grasos libres presentes en la tortilla, como resultado de la hidrólisis del enlace éster de los triacilglicéridos siendo liberados así ácidos grasos los cuales presentan mayor sensibilidad a la auto-oxidación que la molécula enlazada en su forma esterificada. El índice de yodo obtenido de la muestra lipídica fue de 98,982 g yodo/100g de grasa comparado con un aceite control de 98,47 g yodo/100g, lo cual indica un cambio irrelevante en las instauraciones



presentes en la muestra, ya que el índice de yodo es una medida del grado de instauración de los componentes de una grasa.

El índice de peróxidos resultado fue de 36,4 meq O<sub>2</sub>/Kg aceite con respecto al aceite control de 16,4 meq O<sub>2</sub>/Kg, lo cual indica un aumento importante en la presencia de peróxidos en la muestra, y siendo estos intermediarios de las reacciones de oxidación dará como resultado un aumento progresivo de la degradación de los peróxidos con lo que el índice descenderá.

#### 4. CONCLUSIÓN

La estabilidad oxidativa de las tortillas analizadas se encuentran en una etapa primaria del proceso de oxidación de sus ácidos grasos principalmente los insaturados demostrado ello a través de la alta presencia de peróxidos.

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Carmona, I. M. (Mayo de 2011). Implementación, evaluación y aplicación de metodos analíticos para el análisis de lipidos en el ladiser de quimica organica de la FCQ. Orizaba, Veracruz, México.
2. CastilloV.K.C., O. M. (2009). Efecto de la concentración de hidróxido de calcio y tiempo de coccion del grano de maiz (*Zea mays L.*) nixtamalizado, sobre las características fisicoquimicas y reologicas del nixtamal. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, vol. 59.
3. Dergal, S. B. (1999). *Quimica de los alimentos*. México: Perason Educación.
4. Juárez, B. Y. (Diciembre de 2012). Optimización del proceso térmico alcalino en función de las transformaciones inducidas en los lípidos del maiz evaluadas con técnias ópticas y fisicoquímicas. Santiago de Querétaro, Querétaro, México.