



ESTUDIO COMPARATIVO DE DOS PROCESOS DE ESCALDADO UTILIZANDO CALOR HUMEDO Y MICROONDAS.

Juan I. Corujo, Julio Cosbert, Katya Kapellmann, Adriana Regalado, Cristina Silva y Pablo Robles-Arenas.

Centro de Investigación, Universidad La Salle

RESUMEN.

Las diferencias entre dos procesos de **escaldado**, utilizando calor húmedo y **microondas**, fueron analizadas en muestras de **mango (manila)**, **plátano (tabasco)**, **guanábana**, **pera** y **manzana**. Los rangos de temperatura variaron de 75 a 90° C para calor húmedo, y de 30 a 50° C para microondas. El escaldado por microondas requiere de menor tiempo y presenta un mayor porcentaje de inactivación enzimática que el calor húmedo, pero para fines industriales, el escaldado por microondas representaría una mayor inversión económica.

INTRODUCCIÓN.

Cuando en los procesos de conservación o transformación de vegetales intervienen operaciones de corte o destrucción de material celular, se liberan enzimas de actividad muy variables, que pueden generar reacciones indeseables en los vegetales.

El escaldado es un proceso térmico previo a las operaciones de envasado, deshidratación o congelación de alimentos de origen vegetal por espacio de algunos minutos o incluso segundos, utilizando agua caliente o vapor, o la mezcla de ambos. Se efectúa para inactivar enzimas, eliminar aire atrapado en los tejidos, fijar el color verde y reducir el número de microorganismos o acomodar los productos foliáceos en envases. Para medir la efectividad del escaldado se realizan las pruebas de la catalasa y peroxidasa (1).

Las condiciones de tiempo y temperatura son muy importantes durante el proceso, ya que a temperaturas superiores a las necesarias se pueden producir daños a los productos, tales como: pérdida de nutrientes por lixiviación, volatilización de aromas, hidrólisis y oxidaciones, entre otras (2).

Las microondas son ondas electromagnéticas de energía radiante con una longitud de onda entre 2.5 y 75 cm aproximadamente, que corresponden a una frecuencia de unos 20,000 a 400 megaciclos por segundo (3).

Una aplicación de las microondas con los alimentos, es la de inactivación de enzimas. El calor producido por las microondas puede producir un calentamiento uniforme y rápido hasta alcanzar temperaturas de inactivación, controlando y poniendo fin a las reacciones enzimáticas. Las microondas no calientan excesivamente el exterior de los productos antes de lograr la inactivación de las enzimas del núcleo central (3)

Algunos cambios en los nutrientes al usar microondas pueden ocurrir en proteínas de origen animal, reduciendo el contenido de nitrógeno no protéico, nitrógeno de la proteína y aminoácidos libres y totales. En el caso de vegetales como los chícharos, provocan una retención menor de varios aminoácidos como la histidina, glicina, cisteína y metionina (4).

El tratamiento térmico con microondas no presenta reacciones de Maillard en alimentos, por lo tanto el valor nutricional de estos es muy alto.



MATERIAL Y METODOS.

Determinación cualitativa de inactivación enzimática

Se preparan 80 ml de una mezcla 1:1 de guayacol (1% en Etanol-Agua, 1:1) y peróxido de hidrógeno (solución acuosa al 0.1%), donde se sumergieron tiras de papel filtro (Whatman No. 2) de 1 por 5 cm y se eliminó el exceso de la solución.

Para este estudio, se utilizaron cinco muestras de fruta: mango (manila), plátano (Tabasco), guanábana, pera (Max Red Bartlett) y manzana (Starking). Se cortaron las muestras en pequeños cubos (3*3 cm) y se escaldaron mediante calor húmedo utilizando temperaturas de 75, 80 y 90° C. Posteriormente, otras muestras se escaldaron utilizando un horno de microondas (Panasonic NN-6368), a temperaturas de 30, 40 y 50° C.

Las muestras se presionan fuertemente sobre el papel filtro humedecido con la mezcla de guayacol y peróxido de hidrógeno (1:1), y en menos de 30 segundos apareció una coloración salmón, indicativo de que la prueba fue positiva. Se determinó el tiempo exacto en que cada muestra escaldada a diferentes temperaturas coloreó de salmón el papel filtro. Posteriormente, se realizaron curvas de tiempo-temperatura.

Determinación cuantitativa de inactivación enzimática

Se molieron en un mortero alrededor de 20 g de muestra (fresca, escaldada y cocida), mezclándola con el agua necesaria para obtener un suero. Se centrifugó (550 rpm) un volumen aproximado de 20 ml en una centrifuga Sol-Bat durante 15 minutos y se distribuyó el suero en diferentes tubos de ensayo como se indica en la Tabla 1.

TABLA 1
Distribución de Suero para la Determinación Cuantitativa del Porcentaje de Inactivación Enzimática.

Reactivo	Blanco	I	II	III (ml)
Suero veg. fresco	-	2	-	-
Suero veg. escaldado	-	-	2	-
Suero fruto cocido	-	-	-	2
Agua	-	2	-	-
Guayacol	1	1	1	1
Peróxido de hidrógeno	1	1	1	1

Se añaden los reactivos necesarios (agua, guayacol y peróxido de hidrógeno) como se indica en la Tabla 1. Cada tubo se agitó vigorosamente y se realizó la lectura en un espectrofotómetro Spectronic-20 (Bush and Lomb, USA) a 420 nm, calculando el porcentaje de inactivación como se indica a continuación:

$$\% \text{ Inactivación} = \frac{(\text{Abs. veg. fresco} - \text{Abs. veg. escaldado})}{(\text{Abs. veg. fresco} - \text{Abs. veg. cocido})} \times 100$$

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Determinación cualitativa de inactividad enzimática

Los resultados del escaldado obtenidos con las muestras de mango, plátano, guanábana, manzana y pera utilizando calor húmedo se muestran en la Figura 1.

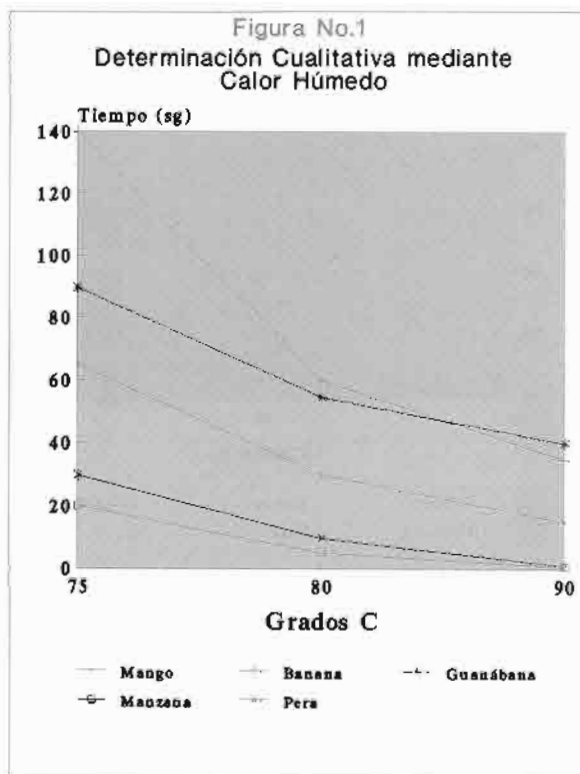
Por medio del calor húmedo se utilizó un mayor rango de temperatura (75 a 90° C), en donde se considera como temperatura óptima 80° C. Para manejos prácticos esta temperatura es favorable, debido a un mejor control de tales condiciones, ya que utilizando tiempos más cortos este control es más difícil y a tiempos mayores, se gasta mayor energía.

Para el caso práctico de la pera y la manzana, se podría manejar a nivel industrial la temperatura de 75° C, ya que habría mayor tiempo para controlar el proceso, sin un aumento considerable en el gasto energético.

La velocidad de inactivación en pera y manzana es similar, siendo ésta un valor alto debido al bajo contenido de enzimas fenol oxidasas. El plátano y la guanábana tienen también valores muy similares, presentando velocidades de inactivación bajas, como resultado a una mayor concentración de estas enzimas.

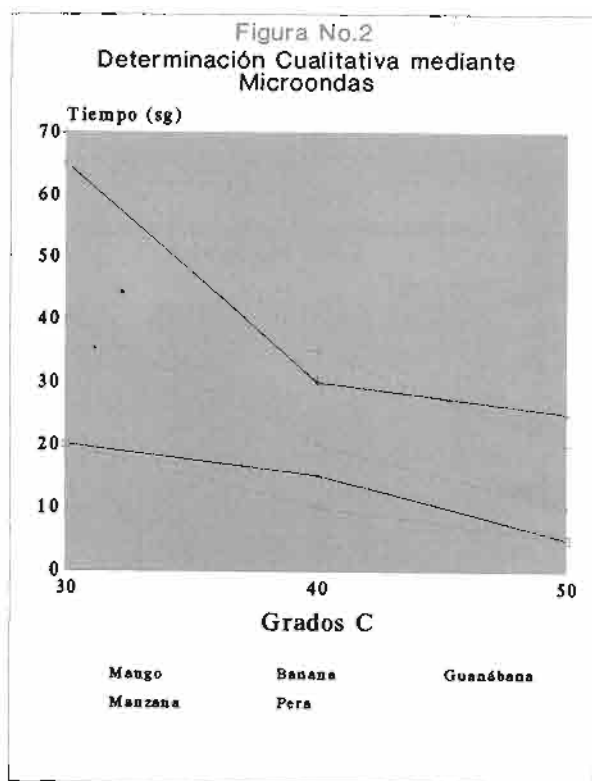
El mango presenta un valor intermedio entre ambos pares de muestras. A pesar de no contener una concentración alta de enzimas, la velocidad de inactivación se ve afectada por su alta cantidad de vitamina C.

Según el Instituto Nacional de Nutrición (INA1987), el mango (manila) contiene en promedio unos 76 mg de ácido ascórbico (Vit. C). Esta sustancia retarda el pardeamiento enzimático en virtud de su poder reductor. Reduce las o-quinonas nuevamente a sus o-difenoles originales (2).





Los resultados obtenidos del escaldado mediante el uso de microondas se muestran en la Figura 2



La temperatura óptima de inactivación registrada fue 40° C, ya que proporciona tiempos cortos y accesibles para manejos industriales. Nuevamente, los tiempos de inactivación para todas las muestras mostraron un patrón muy similar.

Nota el método de guayacol y peróxido mide la cantidad de peroxidasa activada indirectamente, mediante la formación de o-quinonas, mismas que colorean de color salmón el papel filtro con la solución guayacol y peroxidasa. Si esta se inhibe, ninguna otra enzima que cause obscurecimiento puede seguir activada.

Determinación cuantitativa de inactivación enzimática

Los resultados que se obtuvieron en el porcentaje de inactivación se muestran en la Tabla 2.

TABLA 2
Determinación Cuantitativa de Inactivación Enzimática

Muestra	% enzima inactivada (calor húmedo)	% enzima inactivada (microondas)
Mango	90	100
Plátano	78	92
Guanábana	83	96
Pera	86	95
Manzana	80	93

El escaldado mediante microondas mostró inactivación enzimática en tiempos más cortos y con un mayor porcentaje de inactivación. Esto se debe a que la longitud de onda del microondas provoca una vibración en las moléculas de agua, proporcionando así un calentamiento más uniforme a nivel celular. Esto provoca un rompimiento de los enlaces moleculares de las enzimas, y se produce la desnaturalización de éstas. La única desventaja de este proceso, es que debido al tamaño requerido de un horno microondas para satisfacer las demandas de una línea de proceso, la inversión económica y el gasto de energía serían muy altas.

Hasta hace muy poco, los generadores de microondas estaban limitados a cerca de 30 kW, incorporando al microondas un precalentamiento al vapor y un control de humedad para obtener una mayor eficiencia. Sin embargo, con el desarrollo reciente de generadores de 60 kW, que a la vez permiten un calentamiento más uniforme, la factibilidad económica de usar microondas en la industria debe ser revisada (5).

El calor húmedo utiliza más tiempo para calentar uniformemente al producto. Sin embargo, la factibilidad de utilizar calor húmedo en la industria es mucho mayor en cuanto a costos de inversión. Inclusive, es factible reutilizar el vapor saturado indefinidamente.

La inactivación cuantificada en el mango puede ser nuevamente el resultado de un efecto combinado de ondas cortas y la acción de vitamina C.

CONCLUSIONES.

El escaldado por microondas requiere de menor tiempo y presenta un mayor porcentaje de inactivación que el calor húmedo, pero para fines comerciales (y a la espera del desarrollo de nueva tecnología) el escaldado por microondas puede provocar un mayor grado de inversión económica.

La vitamina C tiene un efecto importante en la inhibición de la acción enzimática que produce el oscurecimiento de frutas, mismo que se puede aumentar gracias a la acción de las ondas cortas del microondas.

AGRADECIMIENTOS.

Agradecemos el apoyo de la Escuela de Ciencias Químicas de la Universidad La Salle en el préstamo de laboratorios y reactivos para la realización de este trabajo de investigación, y al Químico en Alimentos Enrique Rudiño Piñera por la asesoría prestada.

REFERENCIAS.

1. BADUI, S. Diccionario de Tecnología de Alimentos Ed. Athambra Universidad; México D.F. pp. 53. 1988.
2. BRAVERMAN, J.B . Introducción a la Bioquímica de los Alimentos. Ed. Manual Moderno, México D.F. 1976.
HAFEZ, Y.S. Effects of Microwave Heating on Solubility Digestibility and Metabolism of Soy Protein. J. Food Sci. 50(2) : 415-417, 423. 1985.
3. POTTER, N. N. La Ciencia de los Alimentos. Ed. Edutex. México D.F. pp. 111-130, 349-35. 1973.
4. TSEN, C. C. . Microwave energy for Bread Baking and its effect on the Nutritive Value of Bread: A review. J. Food Prot. 43(8): 638-640. 1980.
5. HUI, J.L. Encyclopaedia of Food Science and Technology. Montreal, Canada Tomo: A-E Pag:211-218. 1991.