

OBTENCIÓN DE UNA PASTA DE AGUACATE MEDIANTE TRATAMIENTO TÉRMICO

A.Ortiz¹ , R. Mora¹, T. Santiago¹, L. Dorantes¹

¹ Departamento de Ingeniería Bioquímica. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. Prolongación Carpio y Plan de Ayala. Colonia Santo Tomas c. p. 11340 México, D. F. ortizalicia@hotmail.com

RESUMEN

Es importante desarrollar nuevos procesos que permitan ofrecer al consumidor productos elaborados con aguacate que presenten un aspecto agradable después de un tiempo aceptable de almacenamiento. Por otro lado, para el tratamiento de alimentos tipo purés o pastas resulta conveniente usar intercambiadores de calor de superficie raspada.. Este tipo de alimentos contienen sólidos en suspensión, forman depósitos y/o presentan comportamientos reológicos no newtonianos.

El objetivo de este trabajo fue establecer con base a las propiedades fisicoquímicas de la pasta de aguacate variedad *Hass*, las condiciones de operación óptimas en las cuales, como resultado del tratamiento térmico en un intercambiador de calor de superficie raspada (ICSR), la enzima polifenol oxidasa es desactivada.

En la primera parte de la experimentación se aplico un calentamiento directo en una placa caliente a diferentes muestras , en cinco niveles de temperatura, tres tiempos de tratamiento y se evaluó la actividad de polifenol oxidasa. Con los resultados obtenidos, se procedió a realizar el tratamiento térmico a 73, 80, 84 y 85° C durante 10, 8, 6 y 4.6 minutos, respectivamente en el intercambiador de calor de superficie raspada. Las muestras se almacenaron por ocho semanas, evaluando su calidad microbiológica, color y pH.

La pasta de aguacate tratada a 85° C, presentó una gran estabilidad microbiológica durante el tiempo de prueba y poca variación de pH con respecto al producto obtenido inicialmente. La pasta tratada a las temperaturas de 73° C, no presentó estabilidad microbiológica, ya que en la primera semana se detectó un incremento en la cantidad de coliformes, y por otro lado el valor de pH presentó un descenso importante a lo largo de los dos meses de almacenamiento. Para todas las condiciones de tratamiento térmico, el color de la pasta de aguacate presentó una degradación hacia el color amarillo conforme avanzó el tiempo de almacenamiento.

Palabras Clave: aguacate, intercambiador de calor, tratamiento, térmico.

INTRODUCCIÓN

El uso de intercambiadores de calor de superficie raspada para el tratamiento térmico en alimentos, se ha convertido en una alternativa para aquellos que contienen sólidos en suspensión y presentan un comportamiento reológico no newtoniano, así como para aquellos alimentos líquidos que tienden a formar depósitos o incrustaciones durante el proceso térmico. Debido a que las propiedades fisicoquímicas de cada fluido son muy específicas y a que no todos los fluidos alimenticios son viables de trabajar en las mismas condiciones de operación, es necesario llevar a cabo la caracterización del intercambiador de calor con el alimento específico, a fin de determinar o predecir el comportamiento de éste en condiciones de operación específicas. (Trommelen, 1971).

Actualmente el entorno económico mundial, favorece el intercambio de productos alimenticios entre los países, con una tendencia hacia los alimentos lo menos adicionados químicamente para su producción y conservación. Es por eso que surge la necesidad de presentar nuevas alternativas de procesamiento de alimentos, que incluyan en lo posible, sólo procesos físicos para su conservación.

Los productos derivados del aguacate, como son los purés tipo guacamole, congelados o refrigerados, fueron introducidos hace aproximadamente 5 años y han aumentado su popularidad en Estados Unidos y Canadá. De los métodos más actuales para la conservación del aguacate está el método de ultra presión, en el cual se expone la pasta de aguacate a presiones que van alrededor de 87 000 psi (600 MPa), con lo que se eliminan todos aquellos microorganismos que pueden causar el deterioro de la pasta de aguacate, sin embargo no se reporta su efecto en el oscurecimiento enzimático, (Flowpress 2001).

Los procesos térmicos hasta ahora no han tenido mucha aplicación ya que el aguacate experimenta, como consecuencia de la acción del calor, cambios irreversibles en las características sensoriales. El alto contenido de grasa en la pulpa lo hace susceptible a una pérdida de color y olor ante estos tratamientos, aunado a la generación de sabores amargos y a la degradación de la clorofila hacia colores parduscos, Bennet (1973), García (1975). Covarrubias (1984) concluye que el tratamiento térmico inhibe el oscurecimiento de la pulpa de aguacate *Hass*, pero que este no debe ser muy severo ya que induce el sabor amargo y la decoloración, recomienda pasteurizar a 75 °C por corto tiempo (no se especifica cuanto tiempo); también señala que los aditivos tales como ácidos orgánicos, que bajan el pH de la pulpa a menos de 6, reducen la calidad de las grasas y favorecen la decoloración sobre todo si se aplica un calentamiento al producto. Guzmán (1998) al utilizar 12 ppm de cloruro cuprico o 120 ppm de cloruro de zinc calentando con microondas durante 30 segundos obtuvo una retención de color verde de hasta 7 días en comparación con pasta de aguacate tratada únicamente con microondas por 30 segundos.

Son muy pocos los trabajos relativos a tratamientos térmicos, sobre todo en la variedad *Hass*; sin embargo estos coinciden en el hecho de que la aplicación de calor favorece la oxidación de las grasas, el cambio en el color por la degradación de la clorofila y la formación de sustancias amargas. A pesar que se ha comentado que la temperatura tiene un efecto negativo en las propiedades sensoriales de la pasta de aguacate, se sugiere entonces, el empleo de un método térmico con características especiales sobre la pasta de aguacate, que no afecte considerablemente las características de calidad de la pasta, ofreciendo barrera contra los microorganismos y el oscurecimiento enzimático.

Las condiciones sugeridas para llevar a cabo un tratamiento térmico sobre la pasta de aguacate son el emplear condiciones de alta temperatura corto tiempo y/o baja temperatura largo tiempo, empleando un intercambiador de calor de superficie raspada. Es importante estudiar el efecto del tratamiento térmico en parámetros de calidad tan importantes como la inactivación de las enzimas causantes del oscurecimiento, el color del producto al final del proceso, su estabilidad química y microbiológica así como la formación de olores y sabores desagradables.

MATERIALES Y MÉTODOS

Aguacate variedad *Hass* adquirido en la Central de Abastos de la Ciudad de México.

Material de vidrio de uso común en laboratorio.

Balanza electrónica analítica OHAUSAS120.

Contador de colonias.

Espectrofotómetro Color Mate HDS Milton Roy 347805.

Estufa de incubación Ríos Rocha.

Medidor electrónico de pH.

Molino coloidal Loher & Söhne VDE 0530.

Spectronic 20 Milton Roy Company.

OBTENCIÓN DE LA PASTA . Se hizo manualmente la extracción de la pulpa del aguacate previamente lavado y sanitizado, para posteriormente pasarla por un molino coloidal marca Loher & Söhne VDE 0530, previamente lavado y sanitizado con agua caliente.

EVALUACIÓN DE COLOR. El color de la pasta antes y después del tratamiento térmico, se efectuó en un Espectrofotómetro "color mate". Se midieron los valores de los parámetros calorimétricos *a*, *b* y *L* y se trazó la curva de los valores de longitud de onda contra reflectancia. Las curvas obtenidas, se analizaron comparando las diferencias entre las curvas de los testigos y las muestras para la longitud de onda del color verde (520 nm), Rakoff (1985).

EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD DE POLIFENOL OXIDASA. La actividad de polifenol oxidasa en la pasta de aguacate se determinó por el método de Dorantes (1997) modificado. Para determinar las condiciones mínimas de tratamiento térmico (tiempo y temperatura) en las cuales se desactivará la enzima polifenol oxidasa se realizó la determinación de su actividad a las siguientes condiciones: 50, 60, 70, 80 y 90 ° C, manteniendo cada temperatura durante 5, 10 y 15 minutos de tratamiento térmico, empleando una placa caliente.

TRATAMIENTO TÉRMICO Y ESTUDIO DE ESTABILIDAD. Se realizó el tratamiento térmico en el Intercambiador de calor de superficie raspada (ICSR), de tres cuerpos, escala piloto, (marca JERSA). En el cuerpo de calentamiento a 73, 80, 84 y 85 ° C, durante 10, 8, 6 y 4.6 minutos respectivamente. La temperatura de las soluciones de enfriamiento, fueron de 25 ° C en el segundo cuerpo del intercambiador y de 2 ° C en el tercero. Cada una de las condiciones de tratamiento se identificó como un lote específico, los cuales fueron almacenados a 0 ° C \pm 2 ° C, y se les realizó en periodos semanales, durante un lapso de dos meses: color, pH, coliformes (NMP), mesofilicos aerobios, hongos y levaduras (UFC/mL).

EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA. Se realizaron las siguientes determinaciones: a). Cuenta de bacterias mesofílicas aerobias en placa (UFC/mL de acuerdo a la NOM-092-SSA1-1994, b). Coliformes totales como número más probable de coliformes de acuerdo a la NOM-112-SSA1-1994, .c). Cuenta de hongos y levaduras de acuerdo a la NOM-111-SSA1-1994.

EVALUACIÓN DE pH. Para evaluar la estabilidad del pH de las muestras de aguacate tratadas en el intercambiador de calor de superficie raspada, se midió el pH a la pasta de aguacate, antes y después del tratamiento térmico, por inmersión directa del potenciómetro digital calibrado anteriormente con solución amortiguadora de fosfatos pH 4.0 y 7.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la cinética con el calentamiento directo, mostraron que el color de la pasta de aguacate presenta un oscurecimiento significativo cuando se trata a 80 ° C o más. La enzima polifenol oxidasa se desactiva cuando se aplican 75 ° C por 15 minutos o cuando se aplican 76 ° C por 10 minutos . Estas condiciones de desactivación de la enzima polifenol oxidasa se tomaron como punto de partida para hacer el diseño experimental del tratamiento térmico en el intercambiador de calor de superficie raspada (ICSR).

De acuerdo a los resultados mostrados en el Cuadro 1, se demuestra que no existe actividad de la enzima polifenol oxidasa ya que los valores de **a**, **b** y **L** no presentan variación con respecto al testigo. Los valores de la relación **a/b** de las muestras son prácticamente iguales al valor de la relación **a/b** del testigo. López Malo et al. Informaron que valores del parámetro **a** inferiores a -0.47 de muestras de aguacate, se correlacionaron con una buena aceptación sensorial, por un jurado que evaluó el color. Dado lo anterior y los resultados de **a** mostrados en el cuadro 1, podemos asumir que las muestras obtenidas en este trabajo tienen buena aceptación sensorial.

En la figura 1, se observa un ligero desplazamiento en las curvas de las muestras con respecto a la del testigo, esto se explica por que el testigo usado es de la pasta antes de entrar al ICSR; mientras que las muestras han sido sometidas al tratamiento térmico y en consecuencia modifican su color.

Para determinar la velocidad de degradación del color verde, se trazó la curva de la relación **a/b** de cada lote contra las semanas de almacenamiento y se calculo la pendiente de la parte recta de la curva, la cual representa la velocidad de degradación del color. Las velocidades de degradación del color se compararon entre sí para determinar con cual de los tratamientos térmicos se obtiene la pasta de aguacate con mayor estabilidad en el color, (figura 2 y 3) Las pendientes de las curvas representan la velocidad de degradación del color verde. El lote tratado a 85 ° C , 4.6 minutos mostró el valor mas bajo de la pendiente lo que significa que se presentó la menor velocidad de degradación del color; mientras que el lote tratado a 73 ° C por 10 minutos, manifestó el valor mas alto de la pendiente lo que indica que la velocidad de degradación de color es la mayor. De lo anterior se concluye que la velocidad de degradación del color mantiene una relación directamente proporcional al tiempo de tratamiento y una relación inversamente proporcional a la temperatura.

La muestra testigo (sin tratamiento térmico) presenta una alta carga microbiana, la cual de acuerdo a valores recomendados por Quintero (1997), no sería permisible para el consumo humano. Para los lotes que se trataron a condiciones de operación de alta temperatura, 85 y 84 ° C no se encontró presencia de mesofílicos aerobios, hongos, levaduras ni coliformes. Para los lotes que se trataron a condiciones de operación de menor temperatura, 80° C y 73° C se observa que no hay presencia de hongos ni levaduras, sin embargo si se encontró cuenta de mesofílicos aerobios y coliformes pero con valores aun dentro de los límites permisibles.

Las condiciones de tratamiento térmico de 85 y 84 ° C , la pasta de aguacate obtenida presentó mayor estabilidad en el pH conforme se incrementó el tiempo de almacenamiento.

CONCLUSIONES.

1. Las condiciones mínimas de operación en el intercambiador de calor de superficie raspada para desactivar la polifenol oxidasa son 73 ° C durante 10 minutos.
2. Las condiciones máximas de operación en el intercambiador de calor de superficie raspada para desactivar la polifenol oxidasa son 85 ° C durante 4.6 minutos.
3. A mayor tiempo de tratamiento térmico en el intercambiador de calor de superficie raspada, la velocidad de degradación del color verde se incrementa.
4. El color de la pasta de aguacate durante el almacenamiento, presentó una degradación hacia el color amarillo conforme avanza el tiempo de almacenamiento.
5. Los lotes tratados 85 y 84 ° C, mostraron la mayor estabilidad microbiológica durante los dos meses de almacenamiento.
6. El pH de la pasta de aguacate no presenta variaciones importantes para los tratamientos de 85 y 84° C.

Cuadro1. Parámetros colorimétricos del calentamiento térmico en el ICSR

TRATAMIENTO TÉRMICO		PARÁMETROS COLORIMÉTRICOS			
Temperatura (°C)	Tiempo (min)	L	a	b	a/b
Testigo: 25	0	52.48	-5.04	20.92	0.2409
73	10	46.74	-4.75	20.59	0.2306
80	8	49.15	-4.86	19.99	0.2431
84	6	51.34	-4.99	19.87	0.2511
85	4.6	53.08	-5.01	19.63	0.2552

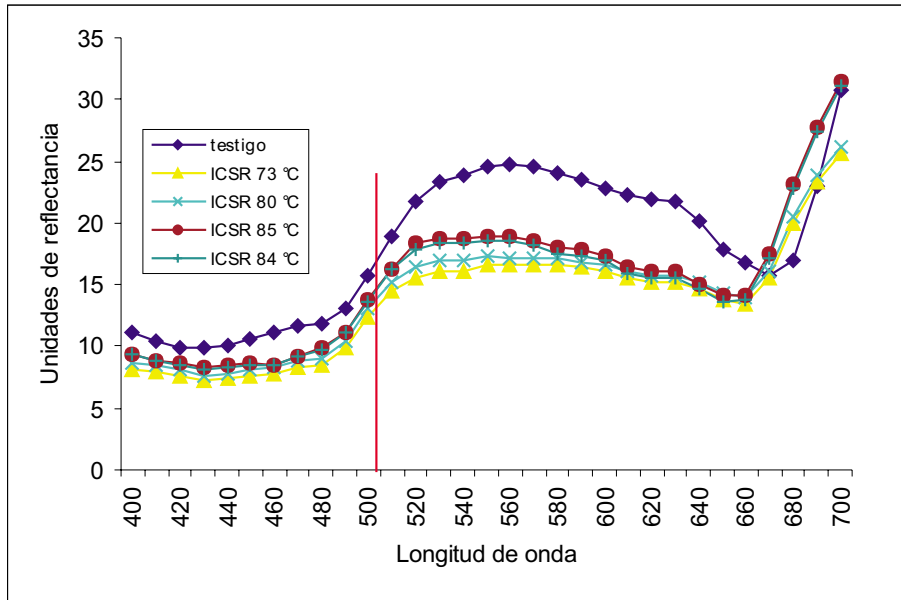


Figura 1. Color de la pasta de aguacate después del tratamiento en el ICSR

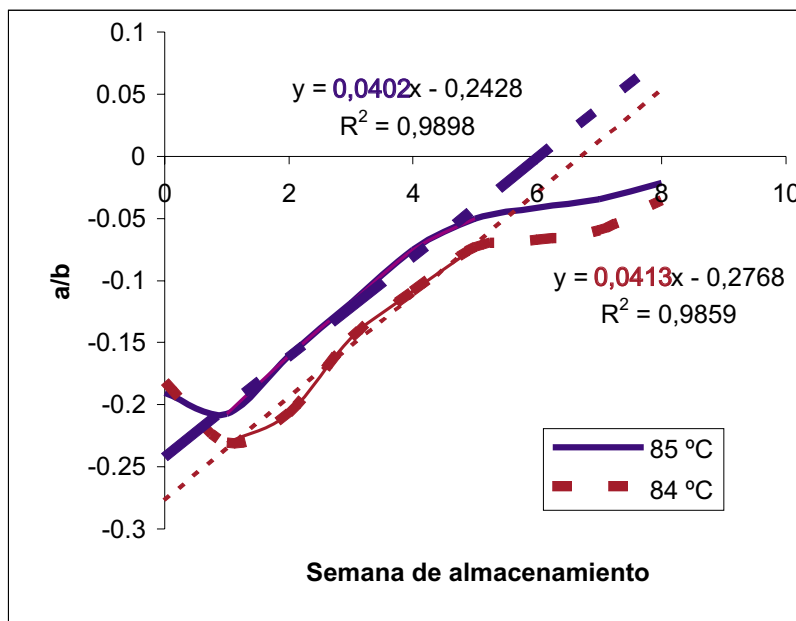


Figura 2. Velocidad de degradación del color de la pasta de aguacate tratada a 85 y 84 °C en el ICSR.

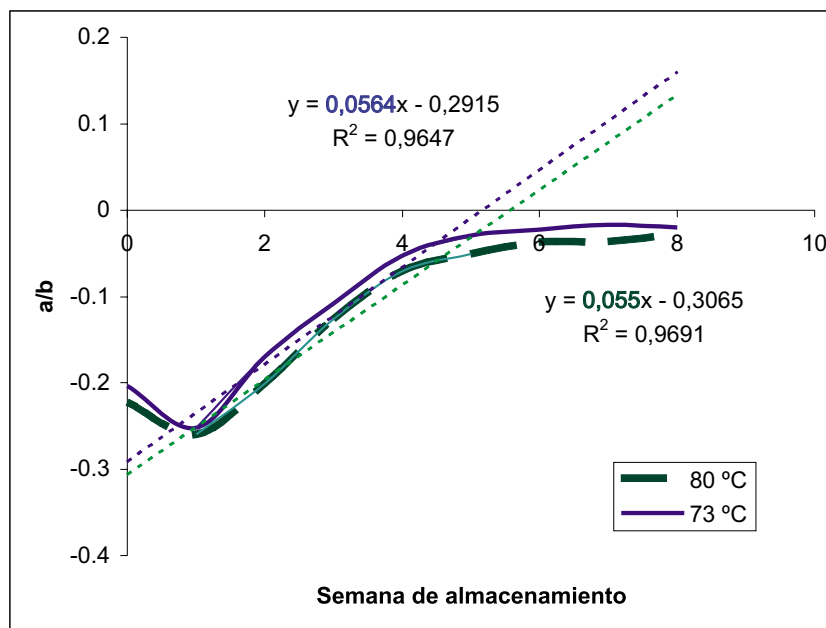


Figura 3. Velocidad de degradación de la pasta de aguacate tratada a 80 y 73 °C en el ICSR

BIBLIOGRAFÍA

BENNET, G. ; DOLER, A. ; FATARSKY D. 1973. Compounds contributions to heat induced bitter off flavor in avocado. J. Food Sci 38: 546.

COVARRUBIAS, G.I. 1984. Comportamiento de la pulpa de aguacate (*Persea americana* mill) var. *Hass* ante diferentes aditivos y variación de temperatura. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Chapingo, México.

DORANTES A, L. 1997. El oscurecimiento enzimático del aguacate. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. España.

GARCIA, R. ; ANDRADE, J. AND ROLZ, C. 1975. Effect of temperature and heating time on the detection of flavor in avocado paste. Journal of food science. 40:200.

GUZMÁN, G. (1998). Cambios en el color y clorofila de aguacate (*Persea americana*, Mill), variedad *Hass* tratado con microondas. Tesis de Maestro en Ciencias de los Alimentos. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I.P.N. México.

LOPEZ - MALO, A, PALOU, E., BARBOSA, G., WELTI, J., & SWANSON, B., 1998. Polyphenol oxidase activity and color changes during of high hydrostatic pressure treated avocado puree. Food Research International, 31, 549-556.

NOM-092-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias en placa.

NOM-111-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de mohos y levaduras en alimentos.

NOM-112-SSA1-1994. Bienes y servicios. Determinación de bacterias coliformes. Técnica del numero mas probable.

QUINTERO 1997 Desarrollo de un producto de aguacate con proceso mínimo y la propuesta sanitaria para la planta procesadora. Tesis de Maestría. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. México.

RAKOFF, H. 1985. Química Orgánica Fundamental. LIMUSA. México, pp 620.

TROMMELEN A.M. AND BEEK, W.J. 1971. A mechanism for heat transfer in a votator-type scraped-surface heat exchanger. Chem. Eng. Sci. 26 1987-2001. www.flowpress.com