

# EVALUACIÓN DE UNA BEBIDA A BASE DE JUGO DE PARCHITA (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) CLARIFICADA POR MICROFILTRACIÓN TANGENCIAL(\*)

(Evaluation of a beverage based on passion fruit juice (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) clarified by tangential microfiltration)

Ángel Liberto<sup>1</sup> y Juan Fernández-Molina<sup>2</sup>, Luis Chaparro<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ing. Agroindustrial graduado del programa de Estudios Maestría en Ingeniería. UNELLEZ- San Carlos, estado Cojedes, Venezuela. e-mail: angeliberto@gmail.com

<sup>2</sup>Ph.D. Profesor (J). Coordinador del Programa de Estudios Doctorado en Ambiente y Desarrollo, Coordinación de Postgrado. UNELLEZ-San Carlos, estado Cojedes, Venezuela. E-mail: jfermol@gmail.com

<sup>3</sup>Dr. Profesor del Programa de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto, estado Lara, Venezuela. E-mail:

\*Tesis de Maestría

Recibido: 15/01/16

Aceptado: 25/02/16

## RESUMEN

Se optimizó el proceso de clarificación del jugo de fruta de parchita (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*), manipulando las variables críticas del proceso: presión transmembrana, velocidad tangencial y temperatura de la alimentación. Se evaluó el efecto sobre el flujo del permeado del jugo de parchita, aplicando metodología de superficie de respuesta y seleccionó el mejor tratamiento, al cual se le determinó la vida útil del producto (métodos acelerados). Los preparados enzimáticos mostraron un mayor beneficio en la filtración del jugo de parchita, por incrementar el rendimiento y disminuir los sólidos insolubles. Por último se logró obtener un producto con alta aceptación sensorial y estable en el tiempo a temperatura de refrigeración.

Palabras clave: *Passiflora edulis* var. *flavicarpa*, clarificación, permeado, presión transmembrana, velocidad tangencial.

## SUMMARY

The process of clarifying the fruit of passion fruit juice (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) was optimized by manipulating the critical variables of the process: transmembrane pressure, tangential velocity and temperature of the feed, he assessed the effect on permeate flow passion fruit juice, applying Response surface methodology and selected the best treatment, which determined the life of the product (accelerated methods). The relevant results of the research were: enzyme preparations were more profit in passion fruit juice filtration, to increase performance and decrease the insoluble solids. Finally, he managed to obtain a product with high acceptance sensory and stable over time at refrigeration temperature.

Keywords: *Passiflora edulis* var. *flavicarpa*, clarification, permeate, transmembrane pressure, tangential speed.

## INTRODUCCIÓN

Una forma novedosa de obtener jugos de alta calidad es mediante la utilización de la técnica de microfiltración, que en comparación con los métodos tradicionales, son menos costosas (menor uso de personal, menos operaciones unitarias y menor consumo de energía), no involucra procesos térmicos, cambios de fase o adición de agentes químicos (García, 2014).

En este artículo se muestra los resultados más relevantes de investigar el uso de la microfiltración tangencial para el procesamiento de un jugo de parchita clarificado, previo tratamiento enzimático controlado, para obtener un producto inocuo con características sensoriales aceptables por el consumidor además de cumplir con los parámetros exigidos de un producto clarificado.

## 1. MARCO METODOLÓGICO

### 1. 1. Caracterización física y química de la bebida a base de parchita

**1.1.1. Frutas.** Se empleó frutos de parchita variedad amarillo, adquiridos en un establecimiento local de la ciudad de San Carlos.

**1.1.2. Obtención de la bebida a base de jugo de parchita.** Una vez en el Laboratorio de Ingeniería y Tecnología de Alimentos de la UNELLEZ San Carlos, los frutos se lavaron con agua corriente a fin de eliminar sucios e impurezas y posteriormente con agua clorada (2 mg/L de cloro) durante 5 minutos a una temperatura cercana a los 30 °C. Una vez obtenida la pulpa, se procedió a preparar la bebida haciendo una dilución 1:2 (relación pulpa:agua). Posteriormente se aplicó un pretratamiento enzimático utilizando la enzima comercial Pectinex Ultra AFT a 150 ppm.

**1.1.3. Parámetros físicos y químicos a medir a la bebida a base de jugo de parchita.** Los análisis fisicoquímicos aplicados a la bebida a base de jugo de parchita, se realizaron por triplicado por cada parámetro, los cuales

fueron: ácido ascórbico, pH, acidez titulable total (ATT), sólidos solubles totales (SST), viscosidad, turbidez y color; para este último parámetro se utilizó la escala CIELAB (Comission Internationale de l'Éclairage de Francia) para determinar los valores  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  usando el equipo Hunterlab, con iluminante D65 y observador de  $10^\circ$ , calibrado con placa blanca ( $L^*=93.54$ ,  $a^*=0,81$  y  $b^*=1.58$ ) y una placa negra, confirmando la calibración con una placa verde ( $L^*=52.94$ ,  $a^*=24.87$ ,  $b^*=13.72$ ). A partir de los valores  $a^*$  y  $b^*$  se calcularon el tono (“hue”) ( $h^\circ = \arctan [b^*/a^*]$ ) y la cromaticidad [ $cr = (a^2 + b^2)$ ].

**1.1.4 Análisis de datos.** El análisis estadístico consistió de un análisis de la varianza de una vía y una prueba de medias de Tuckey al 5%, para detectar diferencia estadística, en cada etapa del proceso. Es decir, en el jugo de parchita crudo y el hidrolizado por enzimas.

**1.2. Estudio del efecto del tiempo de microfiltrado sobre el flujo de permeado y la resistencia en la membrana durante el proceso de microfiltrado de la bebida a base de jugo de parchita**

**1.2.1. Obtención de la bebida a base de jugo de parchita.** La bebida obtenida en la sección 1.1.2., se procesó en un microfiltrador (membrana con tamaño de poro de  $0,22 \mu\text{m}$ , con un total de área de filtrado efectiva de  $0,1 \text{ m}^2$ ) a presión constante (1 Bar) con tiempos de muestreo de 10 minutos hasta 200 minutos de microfiltración, para un total de 80 unidades experimentales ya que el ensayo se repitió cuatro veces. Para cada tiempo se determinaron el flujo de permeado ( $J_p$ ), resistencia de la membrana ( $R_m$ ) *in situ*, resistencia al ensuciamiento ( $R_f$ ) e índice de suciedad.

**1.2.2. Técnica de análisis de datos.** El análisis de los datos se basó en las representaciones gráficas en el tiempo con períodos de 10 minutos entre mediciones. El valor de la respuesta fue el valor promedio y la desviación estándar de las cinco determinaciones por cada variable estudiada. Los análisis estadísticos se realizaron con el software STATISTICA V 08 y JMP versión 6.

1.3. Análisis del efecto de la presión transmembrana, velocidad tangencial y temperatura de alimentación sobre los cambios del Flujo de permeado resultante de la microfiltración de la bebida a base de jugo de parchita.

**1.3.1. Descripción del ensayo.** La bebida a base de jugo de parchita, fue colocada en el tanque balanza del microfiltrador y se circuló por el sistema a presión transmembrana en un rango de 1,32 – 4,68 bar, velocidad tangencial de 0,36 – 1 m/s y temperatura de alimentación entre 21,59 a 38,41 °C, el muestreo se realizó cada 5 minutos hasta tener 3 muestras.

**1.3.2. Diseño de tratamientos.** Se aplicó un diseño central compuesto ortogonal- rotatable para tres factores con cinco niveles de experimentación. En cuanto a los cinco niveles estos fueron determinado previo ensayo piloto con presión transmembrana referenciales en el rango de 1,32 a 4,68 bar, la velocidad tangencial desde 0,36 a 1 m/s y temperatura de alimentación 21,59 –38,41 °C. El ensayo fue completamente repetido, para un total de 46 unidades experimentales.

**1.3.3. Técnica de análisis de datos.** El software JMP se utilizó para análisis uni-respuesta. Así mismo para el análisis multi-respuesta se aplicó los procedimientos de perfiles de respuestas múltiples bidimensionales por superposición de las gráficas de contornos y superficies (Floros y Chinnan, 1988; Ávila, 2009; Fernández y García, 2010).

#### **1.4. Determinación de la vida útil de la bebida a base de parchita microfiltrada, durante el almacenamiento a 4°C, 12°C y 20°C**

Se usó el procedimiento de determinación de vida útil acelerada a temperaturas de 4; 12 y 20 °C durante un lapso de 21-30 días realizando mediciones de acuerdo a lo planteado en un diseño de muestreo escalonado. El indicador fue los cambios de la aceptabilidad de la bebida microfiltrada en el tiempo con consumidores (n=100) de acuerdo a Giménez *et al.* (2008).

## 2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización fisicoquímica de la bebida a base de jugo de parchita (dilución 1:2) con y sin tratamiento enzimático. Se denota que la enzima comercial Pectinex Ultra AFT a 150 ppm, disminuye los valores de: turbidez, viscosidad, ácido ascórbico y el valor de L en el jugo de parchita pretratado, con diferencia significativa estadística ( $p \leq 0,05$ ), sobre el jugo crudo de parchita no tratado. Los sólidos insolubles son una variable correlacionada directamente con la turbidez y viscosidad dinámica del jugo hidrolizado, por lo tanto, es lógico el comportamiento encontrado, es decir que las menores proporciones de sólidos insolubles (SIS) y los menores valores de viscosidad y turbidez, son causas del efecto de las mezclas de enzimas que aumenten el rendimiento, esto se debe principalmente, a que la enzima actúa sobre sustancias pécticas y otros polisacáridos presentes en el jugo, transformándolos en compuestos de bajo peso molecular, disminuyendo la viscosidad, turbidez y el valor de L en el jugo pretratado.

Adicionalmente, no se encontró diferencia significativa en los valores de: pH, acidez titulable total, sólidos solubles y color (a, b y chroma). Es de hacer notar que el pH, los SST y la ATT no se modificaron significativamente ( $p < 0,05$ ), por lo que se puede suponer que el pretratamiento enzimático no modifica estos parámetros y por lo tanto no hay un efecto de la hidrólisis enzimática sobre los atributos sensoriales del jugo. Solamente Chaverry, (2003) encontró diferencia significativa en los valores de pH durante su ensayo con Melón.

Comportamiento del flujo de permeado por efecto del proceso de microfiltración tangencial del jugo de parchita. Se evidencia una disminución significativa durante los primeros 60 minutos del proceso, probablemente debido a la formación de una capa de suciedad. El flujo de permeado presentó un incremento inusual en la pendiente durante el rango de tiempo de 60 a 140 minutos, fenómeno que justificó Vaillant *et al.* (1999) como

un efecto causado por los complejos enzimáticos en el tratamiento de jugos tropicales con actividades pectinolíticas y celulósicas; lo que indica que las principales incrustaciones en la membrana son causadas por las fracciones insolubles de las pectinas y material celulósico. Así mismo, Vaillant *et al.* (1999) encontraron que en los zumos de parchita al utilizar diferentes preparados enzimáticos, se visualizó el inusual comportamiento en el flujo de permeado, explicando que la combinación de las dos actividades se traduce en una mayor capacidad para despolimerizar los polisacáridos de la pared celular insolubles que constituyen gran parte de los sólidos en suspensión después de la extracción del zumo.

Resistencia de la membrana al ensuciamiento causado por la microfiltración del jugo de parchita. La resistencia de la membrana ( $R_m$ ) fue de  $2,15 \cdot 10^8 \text{ m}^2/\text{kg}$  para el diámetro de  $0,22 \text{ }\mu\text{m}$ . El rango de la resistencia de la membrana al ensuciamiento disminuyó sensiblemente, desde  $107 \times 10^7 \text{ m}^2/\text{Kg}$  hasta presiones de  $77 \times 10^7 \text{ m}^2/\text{Kg}$ . Este fenómeno del decrecimiento del  $R_f$  viene ligado al incremento del flujo de permeado ( $J_p$ ) en el tiempo.

La ecuación de mejor ajuste para describir la relación entre la resistencia de la membrana al ensuciamiento ( $R_f$ ) y el tiempo de microfiltrado ( $t_m$ ), es un polinomio de segundo orden. Dado que el p-valor es inferior a 0,01, hay una relación estadísticamente significativa entre la resistencia de la membrana y tiempo de microfiltrado, para un nivel de confianza del 99%. El modelo establecido fue:  $R_f = 1,11 e^9 - 2,14 e^6 t_m - 2198,09 t_m^2$

Efecto de las presiones transmembrana (PTM), velocidad tangencial y emperatura de alimentación sobre los cambios en el  $J_p$ , en el permeado resultante de la microfiltración del jugo de parchita.

Se observó la implicación en los cambios, curridos en  $J_p$ , por efectos de los factores velocidad tangencial, temperatura de alimentación y presión transmembrana (PTM), de igual manera se encontró un efecto cuadrático y de interacción entre los factores PTM y velocidad tangencial del fluido dentro del microfiltrador, sobre la  $J_p$ . Contrariamente, no se manifestaron efectos de los términos cuadráticos en el  $J_p$ , por efecto de la temperatura de alimentación. El modelo fue capaz de explicar la variabilidad del flujo de

permeado, en un porcentaje de 99,66 para el  $J_p$ .

Efecto de la presión transmembranaria (PTM), velocidad tangencial y la temperatura de la alimentación. Se observó que los factores PTM y temperatura de alimentación del jugo deben ensayarse a rangos mayores a los presentados en el estudio, pues los valores que optimizan la respuesta  $J_p$  no fueron encontrados para los rangos evaluados. Si se trabaja con valores promedios de velocidad tangencial ensayados ( $0,68 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ), el  $J_p$  se disminuye a medida que se aumente la PTM de trabajo, obteniendo un rango máximo operativo en el orden de  $80,0 - 84,4 \text{ L/h}\cdot\text{m}^2$  de  $J_p$ , al combinar temperatura de alimentación de microfiltrado en el rango de  $32$  a  $35 \text{ }^\circ\text{C}$  y PTM  $2\cdot 10^5 \text{ Pa}$ .

Estabilidad del jugo de parchita microfiltrado a diferentes temperaturas de almacenamiento. De acuerdo al criterio, de aceptabilidad, se encontró que en la temperatura de  $4^\circ\text{C}$  se estableció la vida útil alrededor de los 89 días de almacenamiento, mientras que a temperaturas mayores de ensayo  $12$  y  $20^\circ\text{C}$ ; alcanzaron tiempo de vida útil a los 66 y 33 días, respectivamente.

## CONCLUSIONES

- El preparado enzimático Pectinex Ultra AFT a 150 ppm, disminuye los valores de: turbidez, viscosidad y el valor de L en el jugo de parchita hidrolizado, beneficiando la filtración del jugo de parchita, por incrementar el rendimiento, flujo de permeado y disminuir el ensuciamiento de la membrana.
- Se encontró una correlación directa entre el índice de ensuciamiento y la resistencia de la membrana. Adicionalmente se demostró que al usar un pretratamiento enzimático, el mismo causa un comportamiento inusual en los valores del flujo del permeado, resistencias de la membrana y el índice de ensuciamiento.
- La presión transmembrana, incrementa de manera lineal el flujo de permeado a medida que se trabajan con PTM bajas, efecto contrario se presentó con la variable temperatura de la alimentación la cual la incrementa.
- Por último se logró obtener un jugo de parchita microfiltrado con alta aceptación de

consumidores y estable en un tiempo superior de 90 días, a temperatura de refrigeración de 4° C. Lo que indica que la aplicación de microfiltración tangencial es una alternativa viable para procesar jugos y/o néctares de frutas tropicales: inocuos y con características sensoriales similares a los jugos naturales frescos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ávila, E. 2009. Técnicas gráficas dinámicas de co-optimización, asistida por computadora (TGDCoAC). *AGROLLANIA* (6): 99 -107.
- Chaverri, M. 2003. Elaboración de un jugo de melón clarificado por medio de Microfiltración Tangencial. Trabajo final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en Tecnología de Alimentos. Sin publicar. Universidad de Costa Rica, San José. 105 pág.
- Fernández, J. y García, T. 2010. Vida útil de los alimentos. Vice – rectorado de infraestructura y procesos industriales. Publicaciones del área de estudios de postgrado. UNELLEZ. Serie investigación 2: 160 pág.
- Floros, J. y Chinan, M. 1988. Computer Graphies Assisted Optimization for Product and Process Development. *Food Technol.* 42 (2): 72-78.
- García T. 2014. Aplicación de microfiltración para obtener jugo de mango bocado. Tesis doctoral. Universidad Simón Bolívar. Venezuela. 152 pág.
- Giménez, G., Ares, G., Gambaro, A. 2008. Survival analysis to estimate sensory shelf life using acceptability scores. *J. Sensory Studies.* 23: 571 – 582.
- Vaillant, F., Millan, P., O'Brien, G., Dornier, M. Decloux, M. y Reynes, M. 1999. Crossflow microfiltration of passion fruit juice after partial enzymatic liquefaction. *J. Food Eng.* 42: 215-224.