

## **EFFECTO DEL PRE-TRATAMIENTO DE LA HARINA DE CHILE DE ÁRBOL (*CAPSICUM ANNUUM*) CON LAS ENZIMAS PECTINASA, CELULASA, HEMICELULASA EN EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE CAROTENOIDES Y LA SELECCIÓN DEL EQUIPO Y MAQUINARIA PARA SU OPTIMIZACIÓN A NIVEL PLANTA PILOTO**

Quintana R. E.; Bautista P.S.<sup>(p)</sup>; Pérez P. M. C.; Muñoz S. C. I.; Villaseñor O. F.

### **Abstract**

Oleoresins that are obtained from chili peppers are classified according to their components; those obtained from pimiento are of great interest due to their high-content of carotenoids. In this work, oleoresins were obtained by a two-step solvent extraction plus an enzymatic treatment to chili flour. The first step solvent-extraction is carried out by a mixture of solvents in order to obtain capsaicin-free flour; in the second step, extraction with hexane produces carotenoids-rich oleoresin. In order to maximize carotenoid extraction, an enzymatic treatment with cellulase, pectinase and hemicellulase was carried out. This treatment is intended to hydrolyze the cell wall. To assess the process viability, the enzymatic treatment was performed before and after the first solvent extraction. Carotenoids concentration was determined according to the Mexican Standard NOM-119-SSA1-1994. Subsequently the scale-up to pilot plant was done, including the enzymatic pre-treatment with the purpose of choosing the equipment to define the project engineering into the obtaining of pigments and finally its own simulation.

*Keywords: Carotenoids, enzymes, extraction, Capsicum annuum.*

### **Resumen**

Las oleorresinas obtenidas del fruto del ***Capsicum*** se clasifican de acuerdo a sus componentes, siendo las de pimentón de interés por su alto contenido en carotenoides. Para la obtención de estas oleorresinas se utilizó un proceso de extracción con dos etapas y un tratamiento enzimático a las harinas del ***Capsicum***. El proceso consta de dos etapas, la primera consiste en una extracción con una mezcla de disolventes para dejar una harina libre de capsaicinoides, la cual pasa a una segunda etapa utilizando un disolvente poco polar para obtener una oleorresina con alto contenido en carotenoides. Se evaluó el efecto de un tratamiento utilizando las enzimas celulasa, pectinasa y hemicelulasa sobre la harina, para hidrolizar los componentes de la pared celular y permitir una mejor extracción de los carotenoides. Se valoró en que etapa añadir el tratamiento enzimático, El efecto de este tratamiento sobre el proceso de extracción se analizó en las oleorresinas obtenidas al medir la concentración de carotenoides de acuerdo a la norma mexicana NOM-119-SSA1-1994. Posteriormente se efectuó el escalamiento a planta piloto incluyendo el pre-tratamiento enzimático con la finalidad de seleccionar el equipo para definir la ingeniería del proyecto en la obtención de los pigmentos y finalmente su simulación del mismo.

*Palabras clave: Oleorresina, extracción, tratamiento enzimático.*

## 1. Introducción

El chile es una de los cultivos que mayor tradición tiene en nuestro país, al formar parte de la dieta alimentaria de los mexicanos y por los productos que derivan a partir de este [1]. Siendo uno de estos productos las oleorresinas, las cuales tienen la característica de reproducir el aroma y el sabor a partir de la especie que se obtienen y se consiguen por la extracción con un disolvente orgánico y su posterior eliminación a temperaturas moderadas y vacío parcial [2]. Las oleorresinas obtenidas a partir del fruto de chile se clasifican de acuerdo a los compuestos que las conforman, de esta manera se tienen oleorresinas de pimiento rojo, capsicum y pimentón, estas últimas de interés en el presente trabajo por su alto contenido de carotenoides. Debido a que en la industria de los alimentos el color es un factor importante que determina la aceptación de los productos se buscan colorantes que brinden este parámetro de calidad, por lo que las oleorresinas de pimentón son una buena opción. Además estas oleorresinas al ser obtenidas de productos naturales no producen daños en la salud del consumidor. En México las oleorresinas utilizadas en la industria son importadas a elevados costos, por lo que se busca encontrar alternativas para su elaboración. En este trabajo se propone como alternativa para la obtención de una oleorresina rica en color el uso de enzimas y un proceso de extracción con dos etapas. La utilización de enzimas en la industria de los alimentos es muy reconocido ya que estos tratamientos incrementan los rendimientos en la extracción de aceites de semillas o frutos. La acción enzimática, como también el tratamiento mecánico y térmico, dañan la pared celular, favoreciendo de esta manera la extracción. El proceso clásico de obtención de oleorresinas de pimentón se basa en extracción sólido-líquido del pelet de pimentón seco y molido mediante disolventes orgánicos [3]. En este trabajo se propone el proceso de extracción utilizando harina de chile de árbol y dos etapas de extracción. La primera etapa teniendo una mezcla acetona-metanol para obtener una harina libre de capsaicinoides, que posteriormente entra a una extracción usando hexano como disolvente.

## 2. Metodología

El proceso de extracción de las oleorresinas consta de los siguientes pasos:

Acondicionamiento de la materia prima.

Constituye un proceso de importancia, debido a que todo deterioro ocasionado sobre la materia prima produce una pérdida irreversible sobre las etapas siguientes ya sea en calidad o productividad.

Molienda y tamizado

El chile triturado sin semilla y sin pata, fue sometido a una molienda, en un molino de discos, para obtener un tamaño de partícula óptimo para el proceso de extracción, el cual es aproximadamente de 595  $\mu\text{m}$ . Después se tamiza para obtener finalmente, la harina que entra al proceso de extracción.

Para realizar el diagrama de proceso se utilizó el software Aspen plus 11.1.

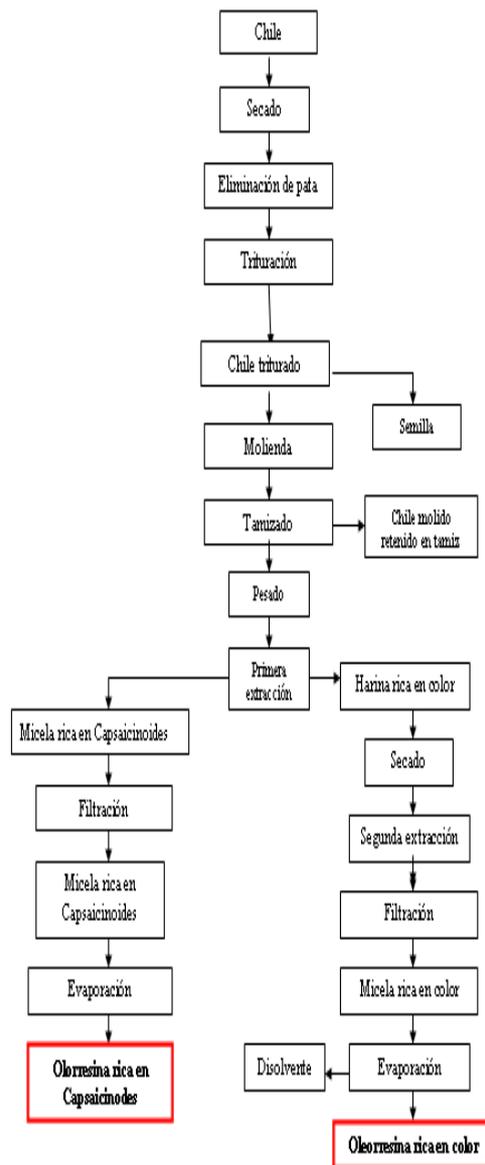


Figura 1. Diagrama de bloques para la obtención de una oleoresina con alto contenido de carotenoides y libre de material pungente.

## 2.1 Pretratamiento enzimático

Cada enzima fue probada a temperatura ambiente, con el buffer específico de cada una. Después de 24 horas las harinas fueron filtradas y secadas a 30 °C. El control fue puesto a las mismas condiciones pero la solución reguladora no contenía enzima. Las enzimas fueron pectinasa (Sigma), Hemicelulasa (Sigma) y Celulasa (Fluka).

## 2.2 Extracción

Una vez que las harinas alcanzaron humedad inferior a 10% entraron al proceso de extracción, incluyendo el control.

En la primera extracción se con una mezcla de disolventes metanol (J. T. Baker)-agua (EQUIBA) (90:10 v/v), una relación de harina- disolvente de 1:12.5 (p/p) por 15 minutos.

Se prosiguió a realizar la segunda extracción con la finalidad de obtener la oleoresina concentrada en carotenoides; para la realización de esta extracción se tomaron las condiciones de operación propuestas por Rico-Martínez [4]; las cuales fueron: relación harina - disolvente 1:15, tiempo de 6 horas, temperatura de extracción de 25 °C y hexano (Productos químicos Monterrey) como disolvente.

Se realizaron experimentos para determinar en qué etapa del proceso sería más efectivo la incorporación del tratamiento enzimático. Se realizó un experimento en el cual el tratamiento se realizó antes de llevar a cabo el proceso de extracción, el segundo experimento consistió en la incorporación del tratamiento después de realizar la primera extracción. Las oleoresinas obtenidas fueron analizadas en cuanto a su contenido de carotenoides de acuerdo a la norma mexicana NOM-119-SSA1-1994 en un espectrofotómetro (HP modelo 8453).

### 3. Resultados y discusión

La incorporación del tratamiento enzimático dentro del proceso de extracción fue evaluado mediante dos experimentos previamente descritos. Al analizar las oleoresinas finales de cada experimento se encontraron los siguientes resultados.

Con la enzima celulasa el contenido de carotenoides en las oleoresinas obtenidas fue el siguiente.

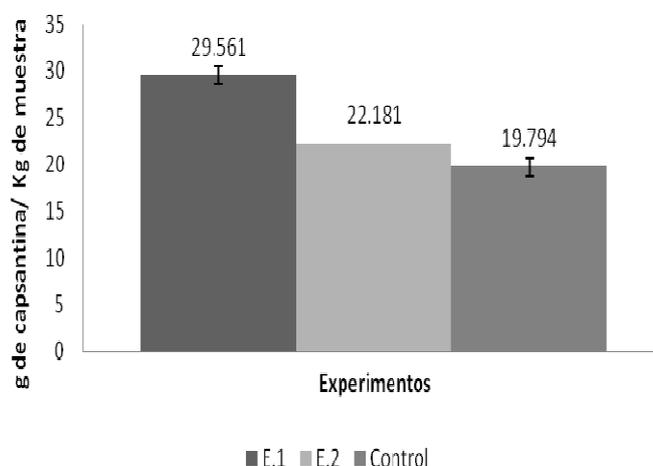


Figura 2. Concentración de carotenoides en la oleoresina final utilizando tratamientos con la enzima celulasa.

Se observó que el mejor momento para llevar a cabo el tratamiento enzimático era antes de iniciar el proceso de extracción, tal como se muestra en la figura 2 el experimento 1 nos da mayor concentración de carotenoides en la oleoresina final con un contenido de 29.561 g de capsantina /kg de muestra. Por lo que llevar a cabo el tratamiento enzimático al inicio del proceso permite a la mezcla de disolventes, la cual presenta una polaridad en la que los capsaicinoides son extraídos, realizar la extracción de estos, ya que al hidrolizar la celulosa el principal componente de la pared celular se favorece la permeabilidad.

El proceso de extracción con un tratamiento enzimático al inicio del proceso nos da un rendimiento de 82.63% en comparación con el proceso sin tratamiento enzimático el cual

obtuvo un rendimiento de 71.15% lo que indica que el uso de la enzima celulasa mejora el proceso para la obtención de una oleorresina rica en carotenoides. La principal razón por la que el experimento 2 presenta concentraciones muy similares al control es la pérdida de color que se presenta al llevar a cabo la operación de secado. Se tiene una pérdida de color en el proceso de 24.58%. Mientras que en el experimento 1 es posible eliminar esta etapa debido a que la primera extracción se realiza con una mezcla de metanol-agua, por lo que solo hay que completar el volumen necesario para llevar a cabo la extracción.

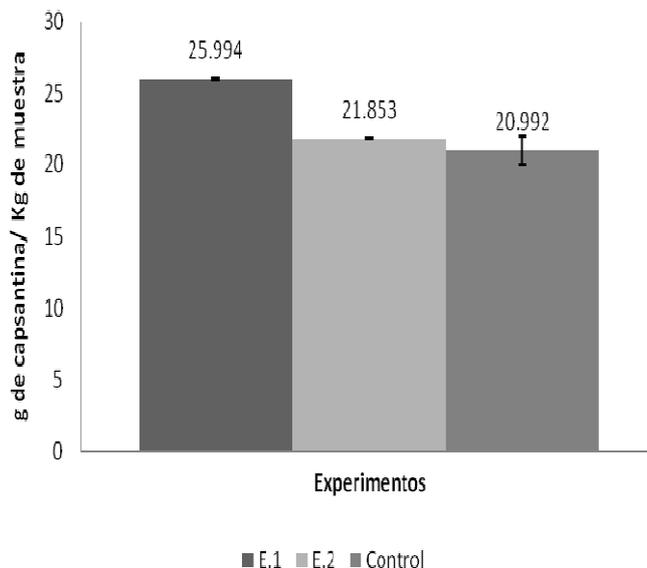


Figura 3. Concentración de carotenoides en la oleorresina final utilizando tratamientos con la enzima hemicelulasa.

Nuevamente el experimento 1 nos brinda la mejor concentración de carotenoides. Y se demuestra que al usar un tratamiento enzimático el contenido de carotenoides en las oleorresinas es mayor en comparación con el control.

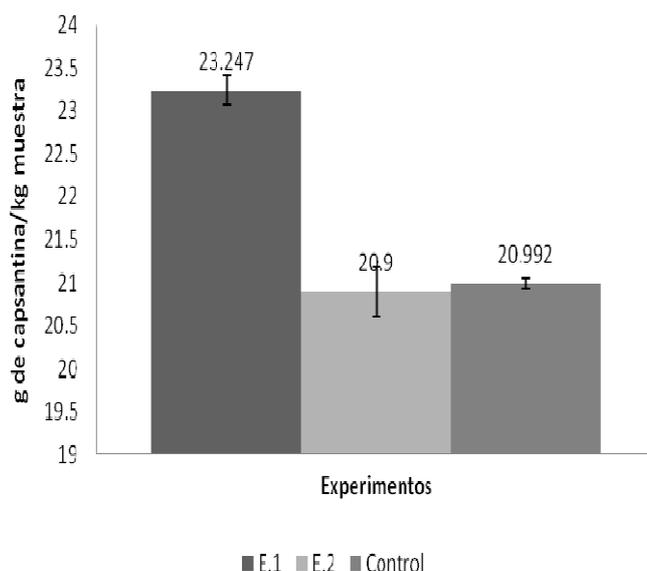


Figura 4. Concentración de carotenoides en la oleorresina final utilizando tratamientos con la enzima pectinasa.

Se muestra que el experimento 1 es el que mejores resultados ofrece y que un tratamiento enzimático nos brinda oleorresinas con más contenido de carotenoides.

Por lo que se demuestra que las tres enzimas muestran una tendencia al coincidir con que el experimento 1 es el que mejores resultados presenta.

Al comparar las tres enzimas se obtuvieron los siguientes resultados. El contenido de carotenoides es el presente en las oleorresinas del experimento 1 el cual brindo los mejores resultados.

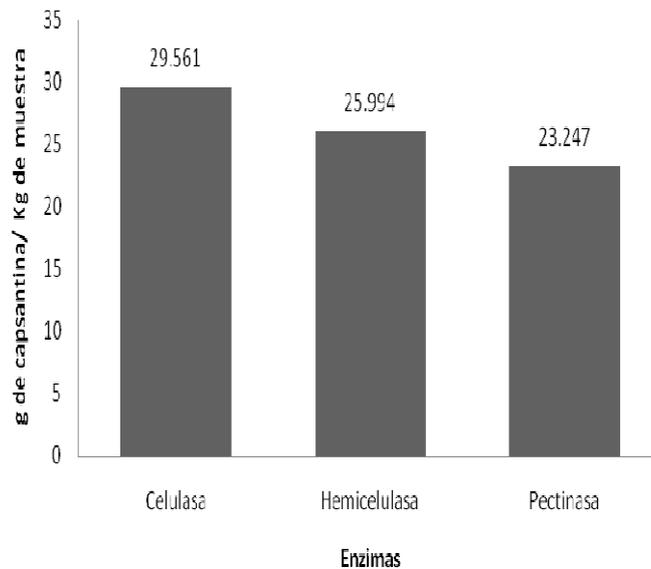


Figura 5. Concentración de carotenoides en la oleorresina final con tratamientos de diferentes enzimas.

Se observa que la enzima que mejor se desempeña es la celulasa con un 29.561 g de capsantina/ Kg de muestra. Esto puede ser debido al alto contenido de celulosa de 12 % en base seca presente en la harina de chile utilizada, lo cual refleja que hubo mayor disponibilidad de celulosa no así de pectina.

A continuación se presenta el diagrama de proceso para la extracción de capsaicinoides el cual se realizo tomando en cuenta los resultados obtenidos a nivel laboratorio para llevar a cabo el escalamiento a planta piloto donde se seleccionó el equipo y maquinaria más adecuada para dicho proceso.

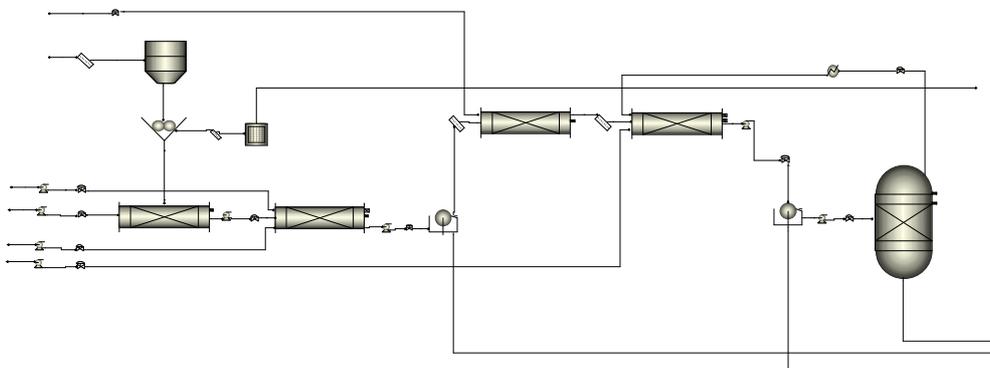


Figura 6. Diagrama de proceso de la extracción de carotenoides a nivel planta piloto.

En la siguiente tabla se muestran los equipos y la maquinaria seleccionada para la extracción de carotenoides.

<b>Símbolo</b>	<b>Equipo</b>
CONT-1	Contenedor
MO-1	Molino
TA-1	Tamizador
MEZ-1	Mezclador 1
E-1	Extractor 1
F-1	Filtro 1
SEC-1	Secador 1
E-2	Extractor 2
F-2	Filtro 2
EV-1	Evaporador 1
C-1	Condensador

Tabla 1. Equipo y maquinaria seleccionada en el diagrama de flujo de proceso.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos muestran que la incorporación del tratamiento enzimático debe llevarse a cabo antes de iniciar el proceso de extracción.

La enzima que mejores resultados muestra es la enzima celulasa, debido a que la celulosa es el componente principal de la pared celular, al realizarse la hidrólisis se favorece la extracción.

Los equipos y maquinaria seleccionados para el proceso a nivel planta piloto resultaron ser muy versátiles, ya que se pueden utilizar para obtener otros productos.

## Referencias

- [1] Amaya-Guerra, C., Saldivar, S., Cardenas, E., y Nevero, J. (1997). Evaluation of different solvent systems for the extraction and fractionation of oleoresins from guajillo peppers. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. (47) 127-130.
- [2] Loaiza I. (2001). *Capsicum y sus derivados en Iberoamérica*, CYTED. Primera edición.
- [3] Herrera, J. (1988). Extracción continua de oleoresina de pimentón. *Alim. Equip. Tecnol.* (VII), 199-204.
- [4] Rico-Martínez, L. E. (2000). Adaptación tecnológica a nivel laboratorio para la obtención de oleoresina a partir de chile guajillo (*Capsicum annum*). Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico de Celaya.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al proyecto "Optimización de un proceso de extracción líquido – líquido para la recuperación y purificación de capsaicina a partir de una micela pungente de chile de árbol para su aplicación en la industria alimentaria y farmacéutica, SAGARPA –

CONACYT - 2005-12545 y a la DGEST por haber proporcionado los recursos necesarios para su realización.

### **Correspondencia**

Instituto Tecnológico de Celaya.

Departamento de Ingeniería Bioquímica.

Av. Tecnológico s/n, Col. , C.P. 38010 Celaya; Gto. México

Tel: 01 (461) 617575, Ext. 322 y 209

Fax: 6117979

E-mail: bautista@itc.mx