

# EFFECTO DEL PRE-TRATAMIENTO DE LA HARINA DE CHILE DE ÁRBOL (*CAPSICUM ANNUUM*) CON LAS ENZIMAS PECTINASA, CELULASA Y HEMICELULASA EN EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE LOS CAPSAICINOIDES Y SU ESCALAMIENTO A PLANTA PILOTO

Ramírez, L.; Villaseñor, F.; Bautista, S.<sup>(p)</sup>

## Abstract

Capsaicinoids, in some chili varieties (*Capsicum annuum*), are the compounds responsible for their “hot flavor” or pungency, they are industrially used in pharmacy, food and cosmetics. In Mexico, the industrial processes to obtain capsaicinoids are not optimized; for this reason, in this work an extraction process was developed to obtain capsaicinoids and carotenoids from chili flour independently. In addition to the solvent-extraction step, an enzymatic treatment was carried out to facilitate capsaicinoid extraction. After this enzymatic pre-treatment, a solid-liquid extraction process was carried out and it was observed an increase in capsaicinoid recovery in the micelle. In the quenched flour, this recovery decreased when compared to the control experiments. Subsequently the process was scale-up at pilot plant level to choose the most appropriate equipment and its project engineering was made.

*Keywords: Capsaicinoids, extraction, enzymes, Capsicum*

## Resumen

Los capsaicinoides son los compuestos responsables de la pungencia en algunas variedades *Capsicum*, se utilizan principalmente en la industria farmacéutica, alimentaria y cosmetológica. En México se obtienen estos productos a nivel industrial, pero los procesos no son eficientes. Por esta razón, en el presente proyecto, se desarrolló un proceso de extracción de capsaicinoides y carotenoides, en el cual se obtienen por separado estos productos de interés comercial a partir de la harina de chile de árbol. En este proceso, se incorporó un pretratamiento enzimático a la harina para facilitar la difusión de los capsaicinoides. Después, a la harina tratada se le realizó una extracción sólido-líquido y se observó un incremento en la recuperación de capsaicinoides en la mezcla y menor cantidad en la harina agotada. Posteriormente se efectuaron los ensayos a nivel planta piloto para seleccionar el equipo más apropiado del proceso global y se determinó la ingeniería de proyecto.

*Palabras clave: capsaicinoides, extracción, enzimas, Capsicum*

## 1. Introducción

*Capsicum annuum* es la especie más conocida y cultivada tanto en México, como en el mundo [1]. Los capsaicinoides son los compuestos que le dan el picor característico al chile. Los más comunes son cinco que se encuentran en diferentes proporciones: capsaicina (69%), dihidrocapsaicina (22%), norhidrocapsaicina (7%), homodihidrocapsaicina (1%) y homocapsaicina (1%). Los capsaicinoides tienen diversos efectos fisiológicos y farmacológicos, tales como efecto analgésico y desinflamatorio, protegen la mucosa gástrica e inducen el metabolismo de las grasas [2]. Los capsaicinoides se usa como ingredientes activos en gases lacrimógenos y como ingredientes en diferentes preparaciones medicinales [1], [2] y [3]. Industrialmente los capsaicinoides se obtienen de la harina de chile con un

disolvente orgánico; después de la extracción, se elimina el disolvente y al producto obtenido se le denomina oleorresina [4]. Las Oleorresinas de *Capsicum* son producidas en Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, India y Singapur. Se estima que México importa alrededor de 5 a 6 toneladas de esta oleorresina cada año [5]. Recientemente se han realizado investigaciones para extraer capsaicinoides a partir de variedades de chile cultivadas en México [6], [7]. Como antecedente, a la presente investigación, se establecieron las mejores condiciones para la extracción sólido-líquido de los capsaicinoides [8].

## 2. Objetivo

El presente trabajo tuvo como finalidad mejorar el proceso de extracción de los capsaicinoides, desarrollado previamente [8], realizando un pretratamiento enzimático a la harina de chile de árbol, previo a la extracción, evaluando el incremento en el rendimiento y la pureza de los capsaicinoides extraídos.

## 3. Metodología

### 3.1 Preparación de la materia prima para la extracción

Al chile de árbol se le eliminó manualmente el pedúnculo, posteriormente se sometió a una reducción de tamaño en un molino de discos y se tamizó para separar las semillas; después el chile sin semillas fue molido para obtener la harina que se utilizó en el proceso de extracción.

### 3.2 Pretratamiento enzimático

La mezcla de reacción del pretratamiento consistió de 50g de harina y 250 mL de una solución amortiguadora adecuada para cada enzima, el valor de pH y la concentración de cada enzima se muestran en la tabla 1:

Enzima	Unidades/g de harina	Valor de pH
Celulasa	10	5
Hemicelulasa	5	4.5
Pectinasa	4	4

Tabla 1. Condiciones utilizadas para el tratamiento enzimático con cada una de las enzimas

El pretratamiento se realizó de manera individual con cada una de las enzimas, las reacciones se llevaron a cabo a 25 °C con una agitación de 150 rpm durante 24 h.

### 3.3 Extracción de los capsaicinoides

Las harinas previamente tratadas con las enzimas se filtraron para eliminarles el mayor contenido de agua posible y se secaron; posteriormente, se les realizó una extracción sólido-líquido con una mezcla de etanol y agua (50:50 v/v), se filtraron y se obtuvo una harina agotada de material pungente y un licor al cual se le eliminó el disolvente en un rotavapor, para obtener una micela acuosa rica en capsaicinoides. Para cuantificar los capsaicinoides en la micela a ésta se le eliminó el mayor contenido de agua posible, en el rotavapor y se obtuvo un extracto del cual se tomaron muestras para la cuantificación.

### 3.4 Cuantificación de los capsaicinoides

Se cuantificó el contenido total de capsaicinoides en la harina original, en el extracto obtenido y en la harina agotada, mediante la técnica de la norma ISO-7543-1.

### 3.5 Elaboración del diagrama de proceso

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

## 4. Resultados y Discusión

Se realizó la extracción sólido-líquido de capsaicinoides a las harinas tratadas con cada una de las enzimas; a las micelas obtenidas se les cuantificó el contenido de capsaicinoides, los resultados se muestran en la figura 1

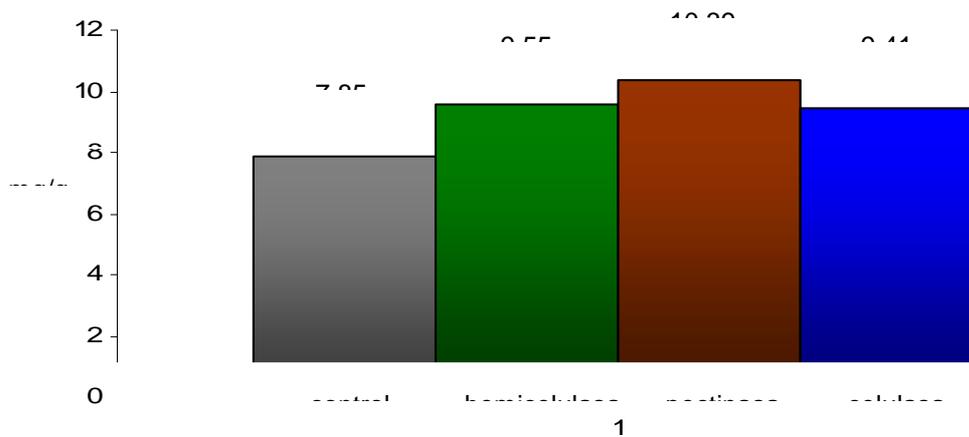


Figura 1. Miligramos de capsaicinoides extraídos por gramo de harina, después de haber sido tratada con cada una de las enzimas

Como se puede observar en la figura 1 el rendimiento de extracción de capsaicinoides aumentó al tratar la harina con cada una de las tres enzimas, se puede observar también que al tratar la harina con pectinasa se obtuvo el mayor rendimiento en la extracción de capsaicinoides.

Se analizó también el contenido de capsaicinoides extraídos por mg de extracto obtenido a partir de las micelas de la extracción sólido-líquido para evaluar si el pretratamiento enzimático había producido un efecto en la pureza de los capsaicinoides; los resultados se muestran en la figura 2

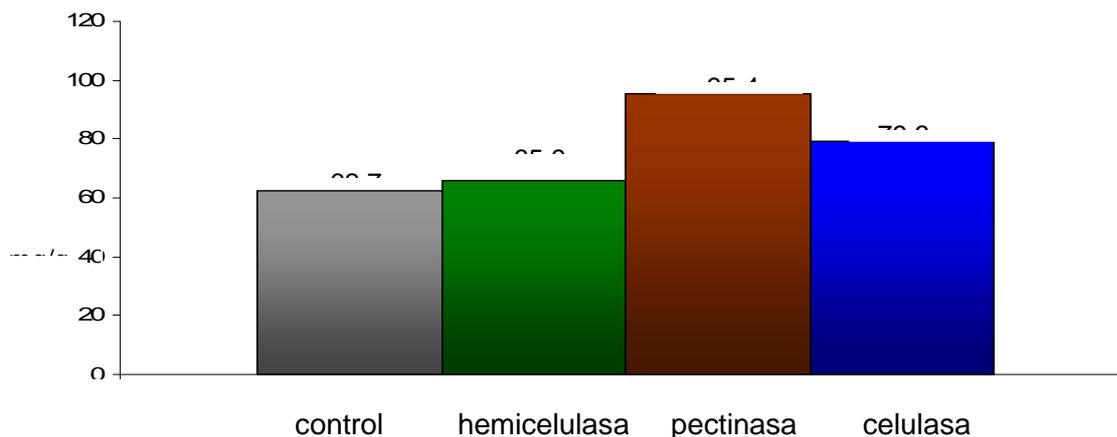


Figura 2. Miligramos de capsaicinoides extraídos por gramo de extracto obtenido después de haber tratado la harina con cada una de las enzimas.

Como se puede observar en la figura 2, en los extractos obtenidos a partir de las harinas tratadas con enzimas, se obtuvo mayor cantidad de capsaicinoides por gramo de extracto obtenido, con respecto al control negativo, esto indica que el pretratamiento enzimático no solo mejora el rendimiento en la extracción sino que también aumenta la concentración de los mismos en la micela.

Finalmente se realizó un análisis de capsaicinoides a las harinas agotadas que fueron tratadas con enzimas y se compararon con una harina agotada de capsaicinoides a la cual se le realizó el proceso convencional de extracción (Aguado, 2001), el cual, no incluye el pretratamiento enzimático. Los resultados se muestran en la figura 3.

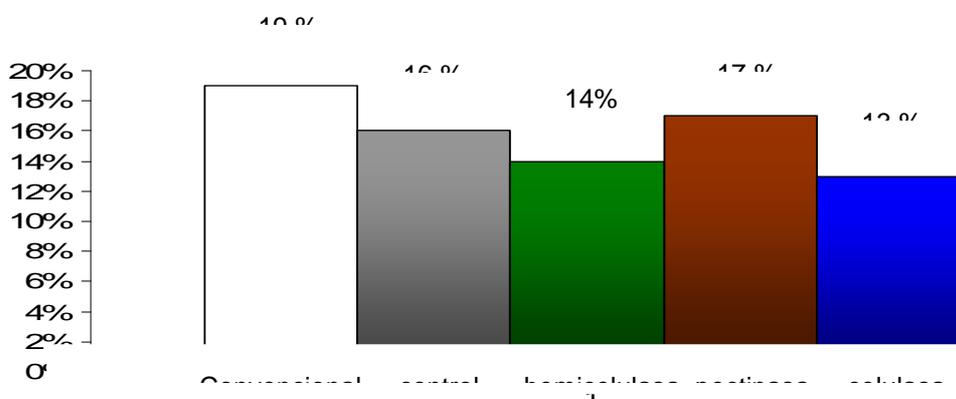


Figura 3. Porcentaje de retención de capsaicinoides en la harina agotada del proceso convencional y en las harinas agotadas que fueron tratadas con enzimas antes de la extracción

Como se puede observar en la figura 3, en las harinas tratadas con enzimas se presentó un contenido menor de capsaicinoides con respecto al proceso de extracción convencional; incluso el control negativo tuvo un porcentaje menor de capsaicinoides que el proceso convencional, esto se debe a que aunque el control negativo no contenía ninguna enzima, durante el tratamiento acuoso, una fracción de los capsaicinoides fue retenida por el agua del tratamiento; en cuanto a la harina tratada con pectinasa, ésta tuvo un contenido remanente de capsaicinoides mayor que las harinas agotadas tratadas con celulasa y hemicelulasa, esto se debe probablemente a que la celulasa y hemicelulasa actúan directamente sobre la pared celular provocando con esto la liberación de capsaicinoides a la

fase acuosa del tratamiento enzimático, en el caso de la pectinasa, ésta, actúa hidroliza la pectina que actúa como adherente entre una célula y otra, sin embargo este efecto no provoca la liberación de los capsaicinoides a la fase acuosa del tratamiento.

A continuación se presenta el diagrama de proceso para la extracción de capsaicinoides el cual se realizó 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.

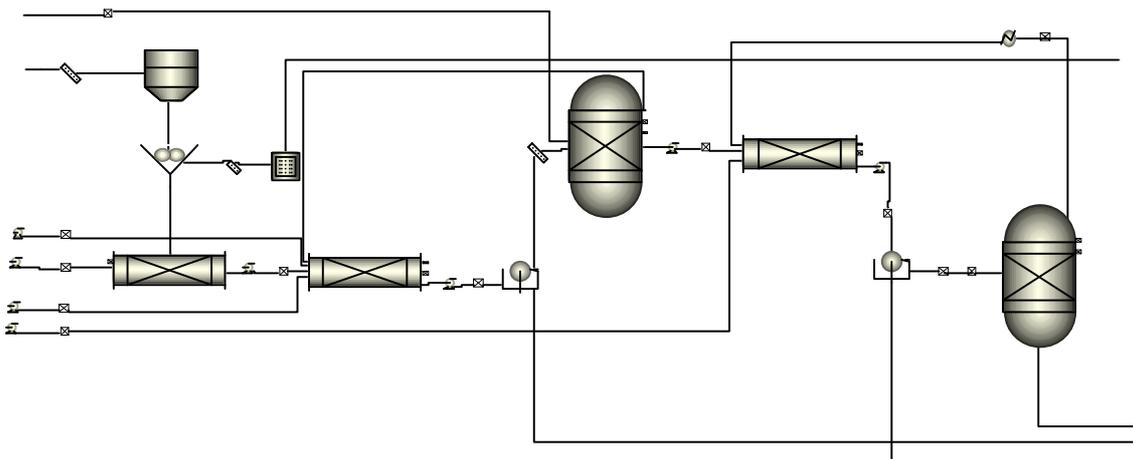


Figura 4. Diagrama de proceso para la extracción de capsaicinoides a nivel planta piloto

En la siguiente tabla se muestran los equipos y la maquinaria necesaria para el proceso de extracción de capsaicinoides a nivel planta piloto.

Símbolo	Equipo
CONT-1	Contenedor
CONT-1	Contenedor
MO-1	Molino
TA-1	Tamizador
MEZ-1	Mezclador
E-1	Extractor 1
F-1	Filtro 1
EV-1	Evaporador 1
E-2	Extractor 2
F-2	Filtro 2
EV-2	Evaporador 2
C-1	Condensador 1

Tabla 2. Equipo y maquinaria seleccionada en el diagrama de flujo de proceso

## 5. Conclusiones

Con los resultados obtenidos se puede concluir que el tratamiento con cada una de las tres enzimas mejoró el rendimiento en la extracción de los capsaicinoides así como su pureza; con respecto al control negativo; el tratamiento con pectinasa fue el que más aumentó el rendimiento de extracción y la pureza de los capsaicinoides en la micela con respecto al control negativo. 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] Bosland P.W., (1996), "*Capsicum*: innovative uses of an ancient crop" *Progress in new crops*. ASHS Press, Arlington, 1996.
- [2] Loayza I. "Capsicum y sus Derivados en Iberoamérica: Aspectos agrícolas, científicos, tecnológicos y económicos", 2001.
- [3] Robledo, M. E. "Recuperación y Determinación de Capsaicinoides a partir del Chile de árbol (*Capsicum annuum*)". Tesis de Licenciatura en Ingeniería Bioquímica, ITC. 2000.
- [4] Govindarajan, V.S., "*Capsicum*-Production, Technology, Chemistry and Quality. II. Processed products, standards, world production and trades. Cultivation and Primary Processing", *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 1986, pp.221.
- [5] Bautista, P. "Alternativas Tecnológicas Viables de Utilización Industrial de metabolitos secundarios a partir de chile seco (Género *Capsicum*)", Tesis de Maestría en Ingeniería Química. ITC, 2000.
- [6] Amaya Guerra C. A., Serna Saldivar S. R., Cárdenas, E y Nevero Muñoz J. A., "Evaluation of diferents solvent systems for the extraction and fractionation of oleoresins from guajillo peppers", *ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICIÓN*, Vol. 47, 1997, pp.127-130.
- [7] Santamaría, R. I., "Selective Enzyme-Mediated Extraction of Capsaicinoids and Carotenoids from Chili Guajillo Puya (*Capsicum annuum* L.) using Ethanol as Solvent" *J. Agric. Food Chem.*, 48 (7), 2000, pp.3063-3067.
- [8] Aguado, G. "Establecimiento de un método de extracción de Capsaicinoides en el proceso de obtención de oleoresinas de chile seco (Género *Capsicum*)", Tesis de Licenciatura en Ingeniería Bioquímica, ITC., 2001.

## 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. FOVISSSTE, C.P. 38010, Celaya, Gto. México

Teléfono: 01 (461) 6117575, ext. 322 y 209. Fax: 611 79 79

E-mail: [Bautista@itc.mx](mailto:Bautista@itc.mx)