

Influencia del tamaño de partícula y tiempo de agitación en la producción de un extracto a partir de la cutícula de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)

Julio Amilcar Pineda-Insuasti^{1*}, Jairo Viracocha-Cacuango², Julio Andrade-Colahuazo²

1. Centro Ecuatoriano de Biotecnología y Ambiente (CEBA), Corredor Periférico Sur s/n, Fincas San Agustín. Ibarra. Ecuador.

*cebaecuador@gmail.com

2. Instituto Superior Tecnológico "17 de Julio". SECAP, Darío Egas Almeida y Genaro Jaramillo. Ibarra-Ecuador.

RESUMEN

El extracto de caña rico en n-octacosanol es utilizado en la industria farmacéutica. Existe un limitado conocimiento del proceso de producción utilizando la cutícula de la caña. El objetivo de este trabajo es determinar la influencia del tamaño de partícula y el tiempo de agitación sobre la eficiencia del proceso. Se planificó un diseño experimental factorial 2² completamente al azar, con tres réplicas, los factores de estudio fueron el tamaño de partícula 2 y 7 mm y un tiempo de agitación de 24 y 72 h. El análisis de varianza muestra diferencia significativa en el tamaño de partícula 95 % de confianza. El análisis de regresión para los datos ajusta el modelo matemático empírico $SDT = 296.633 - (3.56667 * TP) + (0.0236111 * t) + (0.0125 * TP * t)$ que permite calcular un valor óptimo de 293 SDT, cuando el proceso es operado con un tamaño de partícula de 2 mm y un tiempo de agitación de 72 h.

Palabras clave: cera, caña, partícula, agitación, maceración.

ABSTRACT

The cane extract rich in n-octacosanol is used in the pharmaceutical industry. There is limited knowledge of the production process using the cuticle of the sugar cane. The objective of this work is to determine the influence of the particle size and the time of agitation on the efficiency of the process. A factorial 2² experimental design was planned completely randomly, with three replicates, the study factors were particle size 2 and 7 mm and a time of agitation of 24 and 72 h. The analysis of variance shows significant difference in 95% confidence particle size. The regression analysis for the data, fits the empirical mathematical model $SDT = 296.633 - (3.56667 * TP) + (0.0236111 * t) + (0.0125 * TP * t)$ that allows to calculate an optimal value of 293 SDT, when the process is operated with a particle size of 2 mm and a stirring time of 72 h.

Key words: wax, sugar cane, particle, agitation, maceration.

INTRODUCCIÓN

Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), las enfermedades cardiovasculares ocupan las primeras causas de muerte en el país, produciendo más de 15.000 defunciones al año. Estas enfermedades van de la mano con el aumento de colesterol en la sangre. El nivel de colesterol en sangre se reduce con fármacos de origen químico cuyo principio activo son las estatinas, las cuales pueden tener efectos colaterales probados, como daños musculares, hepáticos y

diabetes tipo II. Se sugiere como alternativa el uso de fitofármacos para tratar dichas patologías, como el policosanol del cual se han realizado estudios que demuestran que reduce el colesterol en la sangre y no presenta ningún efecto secundario (1).

Actualmente en el mercado se puede encontrar una serie de productos de origen químico que se utilizan para los mismos efectos, los cuales, si bien producen un resultado positivo en poco tiempo, los efectos secundarios son notables, es decir cura una cosa pero daña a otra. Mientras que el PPG (policosanol) por ser 100 % natural, no tiene efectos secundarios y puede ser consumido perennemente obteniendo los resultados deseados a partir del tercer o cuarto mes de tratamiento (2).

La caña de azúcar, al igual que otras plantas, sintetiza lípidos, parte de los cuales recubren el tallo en forma de una película cerosa, lo cual constituye un mecanismo de defensa que regula el intercambio con el medio, por lo tanto, esta propiedad se la puede utilizar como alternativa para la obtención de un nuevo producto, en la mayoría de los casos de mayor valor agregado e importancia económica que el azúcar (3).

Por esto se ha investigado la oportunidad de extraer la cera y los metabolitos presentes en la cutícula de la caña, el cual es un recurso degradable que se presenta dentro de las plantas de caña, como una fuente alternativa de nuevos compuestos, debido a su poca investigación como un recurso viable para la generación de nuevas líneas de producción diferentes a las líneas tradicionales de generación de energía en su mayor parte y aplicaciones de menor uso (4, 5).

Sin embargo, existe limitado conocimiento con respecto al proceso de producción de policosanol a partir de la cera de caña de azúcar, debido a que en la actualidad no se cuenta con los parámetros óptimamente definidos como tiempo, tamaño de partícula, relación solventes y temperatura, lo cual no ha permitido el desarrollo de tecnologías eficientes para el aprovechamiento de la cera que se encuentra en la cutícula o tallo de la caña de azúcar.

El propósito del estudio es determinar la influencia del tamaño de partícula y tiempo de agitación en la producción de un extracto a partir de la cutícula de caña de azúcar, mediante análisis de procesos químicos, que permitan el máximo aprovechamiento de las materias primas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se investigó a escala de laboratorio la producción de cera a partir de bagazo de caña de azúcar. El trabajo experimental se realizó en el laboratorio de Biociencia del Centro Ecuatoriano de Biotecnología y Ambiente (CEBA), localizado en la ciudad de Ibarra, a 2200 metros sobre el nivel del mar y con una temperatura promedio de 18 °C.

Material vegetal

Como materia prima se utilizó la caña de azúcar de la empresa Ingenio Azucarero del Norte (IAN-CEM), ubicada en la ciudad de Ibarra.

Diseño experimental y análisis estadístico

Se estableció como unidad experimental una muestra de 10 g de cutícula de bagazo de caña y se definieron como factores de estudio el tamaño de partícula entre 2 y 7 mm y el tiempo de maceración entre 24 y 72 horas. Se establecieron como parámetros de operación una temperatura ambiente de 18 °C, un pH de 7.2 un grado de agitación de 140 rpm y se mantuvo una relación de hidromódulo 1:5. La variable de respuesta seleccionada fue los sólidos disueltos Totales (SDT) medidos en ppm. Se utilizó el software estadístico Statgraphics Centurion, para crear un diseño experimental factorial estándar 2², con tres réplicas, completamente aleatorio, dando un total de 12 tratamientos.

Procedimiento

Se procedió a la extracción de la cutícula de caña de forma manual raspando la caña con un cuchillo de acero inoxidable (figura 1), las muestras de cutícula fueron secadas en un horno a 55 °C hasta 13 % de humedad y molidas en un molino manual, se tamizaron en tamaños de 2 y 7 mm. Se pesaron muestras de 10 g de cutícula en una balanza gramera de marca ACCULAB y se llenaron frascos de vidrio de 250 ml con las muestras, se ajustó el hidromódulo con alcohol al 60 % (figura 2). Las muestras se maceraron en zaranda orbital de marca CEBA a 140 rpm y temperatura constante de 18 °C. Las muestras maceradas se filtraron en con una bomba de vacío a través de un filtro de papel de 40 micras. Las mediciones de sólidos solubles totales se realizaron con un medidor multi-propósito de la serie Combo HI 98129, marca HANNA. Las muestras fueron conservadas en frascos de plástico para posteriores estudios de estabilidad.



Figura 1. Extracción de la cutícula de la caña de azúcar.



Figura 2. Proceso experimental para la obtención de extracto de cutícula de caña.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1, se presenta la matriz de resultados experimentales. Como se puede observar se logra un mínimo de SDT de 274 ppm, cuando se trabaja con una partícula de 7 cm y 24 h de ma-

ceración y un máximo de 292 ppm con 2 mm de tamaño de partícula y 24 h de maceración, esto es debido principalmente a la mayor área de transferencia de masa en la partícula más pequeña.

Tabla 1. Matriz de resultados experimentales para obtención de extracto de cutícula de caña

Experimento	Tamaño partícula, mm	Tiempo, h	SDT, ppm
1	2	24	292
2	7	24	274
3	7	72	281
4	2	72	294
5	2	72	293
6	7	72	278
7	7	24	275
8	2	24	290
9	7	24	274
10	2	72	292
11	7	72	280
12	2	24	290

Análisis de varianza

En la tabla 2, se presenta los análisis de varianza realizado a la variable SDT del proceso de obtención del extracto de caña. En este caso, 3 efectos tienen un valor-P menor que 0.05; indicando

Tabla 2. Análisis de varianza para sólidos disueltos totales (SDT)

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón-F	Valor-P
A:tamaño partícula	660.083	1	660.083	678.94	0.0000
B:tiempo	44.0833	1	44.0833	45.34	0.0005
AB	6.75	1	6.75	6.94	0.0388
Bloques	4.167	2	2.08333	2.14	0.1985
Error total	5.833	6	0.972222		
Total (corr.)	720.917	11			

que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95.0 %.

Modelo matemático empírico

El modelo matemático empírico generado a partir del análisis de regresión se muestra en la ecuación:

$$\text{SDT} = 296.633 - 3.56667 \cdot \text{Tamaño partícula} + 0.0236111 \cdot \text{Tiempo} + 0.0125 \cdot \text{Tamaño partícula} \cdot \text{Tiempo}$$

En la figura 3, se presenta el diagrama de Pareto estandarizado para SDT, lo cual corrobora que existe diferencia significativa entre el tamaño de partícula y el tiempo de maceración y la correlación tamaño / tiempo.

Optimización de respuesta

Utilizando el modelo matemático se calculó que el óptimo de los SDT está en 293.0 ppm cuando se opera el proceso con un tamaño de partícula de 2 mm y 72 h de maceración dinámica.

Revelo (6 2013) estudió el proceso de obtención de cera por lixiviación de la cachaza durante 4 horas con etanol al 96 °G y una temperatura de 70 °C, a presión atmosférica, agitando a 700 rpm durante 2.5 h y señaló la importancia del tamaño de partícula y el tiempo para obtener una eficiente extracción coincidiendo con este trabajo. Por otra parte, Rebollar (3) no consideró el tamaño de partícula de la cutícula de caña ignorando una posible influencia de su área superficial para la extracción del PPG. Existe un limitado conocimiento sobre el proceso de producción de extractos de caña utilizando la cutícula, la mayoría de los trabajos científicos se han centrado en el uso de la cachaza y el bagazo.

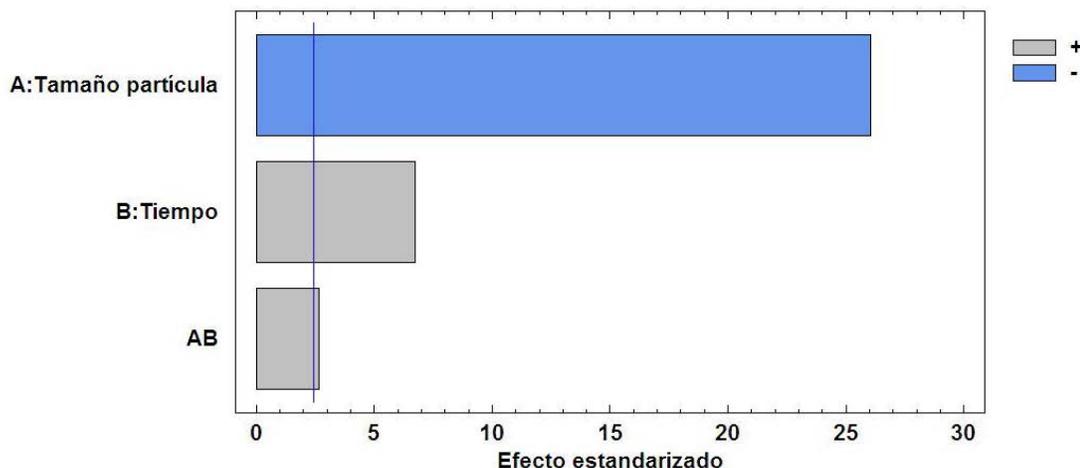


Figura 3. Diagrama de Pareto estandarizado para SDT.

Como se observa en la figura 4 a medida que incrementa el tiempo y disminuye el tamaño de partícula se logra un óptimo en el valor del intervalo estudiado.

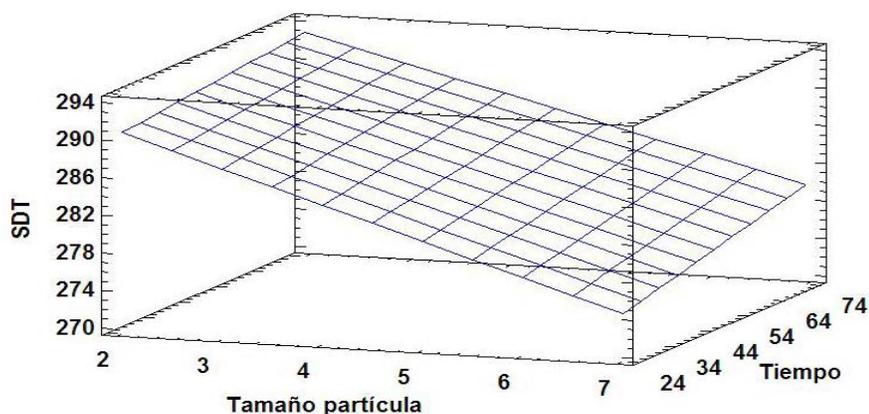


Figura 4. Superficie de respuesta para la obtención de SDT considerando el tamaño de partícula y el tiempo de extracción.

CONCLUSIONES

A partir del modelo matemático empírico se calculó un óptimo de SDT en 293 ppm cuando se trabaja con 2 mm de tamaño de partícula y 24 h de maceración dinámica, estableciendo que el tamaño de partícula de la cutícula de la caña es de alta importancia para el proceso de producción de extracto de caña a partir de la cutícula.

AGRADECIMIENTOS

Los autores dejan constancia de su agradecimiento al Centro Ecuatoriano de Biotecnología y Ambiente (CEBA), por su cooperación económica y científica en el desarrollo del presente estudio.

De igual forma agradecen a la empresa Ingenio Azucarero del Norte (IANCEM), por su cooperación con las muestras de cutícula de caña.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Guijarro, J. M. (2001). Policosanol: Alcoholes alifáticos de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en el tratamiento de las enfermedades, 9 (4), 164–167.
2. Washington, N.; Guevara, A.; Augusto, C.; Anchundia, B.; Liset, K. & Cedeño, S. (2010). Proyecto de inversión para la importación y distribución del PPG (policosanol) para el mercado de Guayaquil Resumen 2 . Proyecto De Inversión Para La Importación Y Distribución del PPG y sus objetivos, 1–5.
3. Anastacio-Rebollar, Ms. I. M. S. (2016). Extracción de cera a partir de cachaza con etanol 96 °GL a escala de laboratorio Wax extraction from filter Cake with Ethanol 96 °GL at Laboratory Scale. Delegación MININT, Camagüey, 140–151.
4. Arbeláez, M. A.; Estacio, A. & Olivera, M. (2010). Impacto socioeconómico del sector azucarero colombiano en la economía nacional y regional. <http://www.asocana.org/modules/documents/10396.aspx>
5. Vladimir, A.; Morales, P. & Ramos, G. V. (2012). Posibilidades de reconversión de una fábrica de Cera Cruda para la elaboración de productos de alto valor agregado. Possibilities of re-vamping of a factory of Wax for the elaboration of products of high added value, 39 (3), 35–41
6. Revelo, D. (2013). Extracción de la cera del bahazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) mediante tratamiento de explosión de vapor y tratamiento de combinación de solventes heptano/hexano/agua. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.