

Obtención de aceite esencial de cardamomo (*Elletaria cardamomum* L.) mediante la tecnología de Fluidos Supercríticos y microencapsulación por *Spray-Dryer*

María Eugenia Villada Ramírez¹, Corporación Universitaria Lasallista, Leonidas de Jesús Millán Cardona², Corporación Universitaria Lasallista, Carlos Alberto Peláez Jaramillo³, Universidad de Antioquia, Catalina Arroyave Quiceno⁴, Universidad de Antioquia, María Isabel González Hurtado⁵, Industria de Alimentos Zenú S.A.S. Maritza Andrea Gil Garzón⁶, Corporación Universitaria Lasallista, Medellín, Colombia.

Resumen. En este trabajo de investigación se reportan los resultados encontrados para la extracción de aceite esencial de cardamomo por FSC a escala de laboratorio y las condiciones para escalar la extracción a nivel semi-industrial, con rendimientos iguales o superiores a técnicas tradicionales, pero con calidad sensorial competitiva para los mercados nacionales e internacionales, así como la producción de microcápsulas del aceite que permitiera la conservación del perfil sensorial y el aumento de la solubilidad, sin afectar la capacidad de aroma y sabor.

Palabras clave: *Elletaria cardamomum*, Fluidos supercríticos, microencapsulación, secado por aspersión, 1,8-cineol, acetato de α -terpenilo.

I. INTRODUCCIÓN

El cardamomo (*Elletaria cardamomun* L.), conocida como la "Reina de las especias", planta herbácea perenne del orden de *Zingiberaceae*, es originaria de la India Meridional, donde aún se cultiva [1]. Se produce principalmente en Guatemala, Arabia Saudita, India, Singapur y Paquistán que concentran hasta el 73 % de las importaciones y en menores proporciones China, países europeos (Alemania, Francia y Reino Unido) y EEUU [2, 3,4, 5].

El crecimiento en la demanda ha llamado la atención de otros países diferentes a Guatemala, como es el caso de Colombia, Costa Rica y Ecuador, ya que por sus condiciones agronómicas similares y experiencia en el manejo técnico de cultivos homólogos como el café, han planteado proyectos para aumentar la producción del cardamomo, estrategia que ha ubicado a Colombia entre los seis mayores productores mundiales [5].

Los compuestos volátiles responsables del aroma y sabor del cardamomo hacen parte de una mezcla de aceites volátiles como: el acetato de α -terpenilo, el 1,8 cineol, el limoneno, el sabineno y el pineno, entre otros, composición que constituye una de las características distintivas del cardamomo en cada país productor, ya que el perfil sensorial dependerá de la variedad, condiciones agroclimáticas, manejo del cultivo y la tecnología de extracción para el aceite. Dos alternativas que favorecen una sinergia para aumentar el valor agregado del cardamomo son la extracción del aceite esencial por Fluidos Supercríticos (FSC) y la microencapsulación por *spray dryer* [6,7].

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue encontrar las condiciones adecuadas para la extracción del aceite de cardamomo cultivado en Antioquia, Colombia por medio de la tecnología de fluidos críticos a escala semi-industrial hasta alcanzar un perfil sensorial de aplicación en la industria de

alimentos y farmacéutica libre de solventes tóxicos. Así como proveer una alternativa de microencapsulación que preserve el aroma y sabor mejorando su solubilidad para ampliar sus aplicaciones.

A. Materiales y Métodos

Preparación y caracterización de la semilla de cardamomo: semilla de cardamomo (*Elletaria cardamomun* L.) del municipio de Tarso-Antioquia (Colombia) fue reducida en molino IKA 11, se caracterizó su granulometría en tamizador Tyler ASTM 11/2009, se realizó análisis bromatológicos según norma AOAC, Ed 2005, NTC 5167 y la caracterización microbiológica se realizó en placas y tubos según norma NTE INEN 1529 [8]. y Resolución 2154 de 2012.

Extracción del aceite de cardamomo a escala de laboratorio y semi-industrial: la semilla de cardamomo fue dispuesta en el equipo de fluidos supercríticos. Equipo Appel modelo S4BJ4KON, para realizar la extracción a escala de laboratorio, las condiciones evaluadas fueron temperatura a 50 °C y 60 °C, presión a 200 y 400 bares, con tres réplicas de los valores centrales (55 °C, 300 bares) y la extracción a escala semi-industrial se realizó por triplicado en el equipo, SFE CO₂ Guangzhou Masson New Separation Technology Company Ltda., a condiciones de 50 °C y 400 bares, empleando CO₂ como solvente.

Diseño estadístico: se realizó diseño central compuesto, las variables independientes que se evaluaron fueron presión y temperatura de extracción a escala de laboratorio a 200,400 bar y 50,60 °C con tres replicas al centro a 300 bar y 55 °C y las variables dependientes rendimiento del aceite y concentración de los componentes principales del aroma y sabor (1,8-cineol y acetato de α -terpenilo), según la Ec. 1.

$$\mu_y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \varepsilon \text{ Ec. 1}$$

Por medio de una superficie de respuesta se encontraron las condiciones adecuadas de extracción para aplicarlas a escala semi-industrial.

Caracterización fisicoquímica aceite de cardamomo: el perfil cromatográfico para la identificación y cuantificación de los compuestos responsables del aroma y sabor del aceite esencial, definidos para el seguimiento durante la extracción, se realizó por cromatografía gaseosa acoplada a un detector de ionización de llama (GC-FID Agilent 6890N) y la caracterización fisicoquímica se realizó según norma AOAC, Ed, 2005 y 2154 de 2012.

Microencapsulación aceite de cardamomo: para la microencapsulación fue empleada goma arábica, maltodextrina y almidón modificado en una relación 4/6,1/6,1/6 respectivamente, se homogenizó en Ultraturrax IKA T50 a 3000 rpm por 15 min. La solución fue alimentada a un equipo de secado por aspersión Mini Buchi B-290.

Para la determinación del tamaño de partícula de las microcápsulas del aceite se realizó un análisis por Microscopia de Barrido Electrónico-MEB y la distribución del tamaño de partícula también se llevó a cabo en un equipo Nanoplus, método CONTIN, Se realizó potencial Z en un equipo Nanoplus, también se realizó solubilidad y análisis sensorial por los Métodos de Perfil de sabor (NTC 3929) y Métodos de perfil de Textura (NTC 3932) (ICONTEC, 2009; ICONTEC, 2002).

B. Resultados

Se obtuvo semilla de cardamomo de tamaño de partícula de 303 μm , con humedad del $11.65 \pm 0.52\%$, condiciones requeridas para la extracción por FSC.

Las condiciones óptimas de extracción fueron 50°C y 400 bar que se aplicaron a escala semiindustrial, en el que se obtuvo un rendimiento de aceite de $8.54 \pm 1.09\%$, valor superior a lo reportado actualmente y una concentración de 1,8-cineol ($28.37 \pm 1.80\%$ p/p) y acetato de α -terpenilo ($32.93 \pm 1.24\%$ p/p). La caracterización complementaria del aceite se encaminó al perfil sensorial y pruebas fisicoquímicas, con un resultado de atributos (herbal: 3.0, menta: 2.6, floral: 2.4 y cítrico: 2.3) diferenciando el producto de aquellos aditivos obtenidos a partir de cardamomo, empleados como refrescantes bucales que se caracterizan por su astringencia, además corresponde a los atributos principales como balanceados debido a la presencia de 1,8-cineol y acetato de α -terpenilo, similar al cardamomo largo que es considerado superior al cardamomo común [3]. El índice de color $10,8 \pm 4,7$ ubicado entre (+2 y +20) orientado a un matiz amarillo pálido con luminosidad.

El aceite fue microencapsulado por *spray-dryer* con una mezcla de goma arábica, maltodextrina y almidón modificado; se obtuvieron microcápsulas con un tamaño de partícula entre 12,2 y 25,78 μm y una distribución de la misma en solución acuosa de d_{50} : 13,18 μm y resultados de atributos (Refrescante 3.2, menta 2.5, floral 1.5, cítrico 2.0, herbal 2.2, resinoso 1.8, y amargo 0.6) estos últimos debido a la presencia de terpenos y compuestos antioxidantes que conllevan a un valor ORAC de 4990,97 $\mu\text{mol TE}/100 \text{ g}$. Finalmente, la solubilidad en medio acuoso fue 0,2 g/100g H_2O a temperatura ambiente y de 4,5 g/100g en agua a 90°C . El valor de solubilidad a temperatura ambiente es un referente que encaja en la recomendación de la industria para la aplicación de aromas en polvo (entre 0,2 y 0,5 %).

C. Conclusiones

La obtención del aceite de cardamomo por fluidos supercríticos a escala semi-industrial se realizó con los

mejores valores de presión y temperatura, analizados luego de la extracción del aceite a nivel de laboratorio, se obtuvo rendimiento superior a los métodos convencionales, que lleva a dar a conocer un procedimiento para futuros escalados de extracción, facilitando la transferencia de conocimiento.

El análisis de diferentes condiciones de proceso de extracción a partir de un material vegetal promisorio, permite, como lo demuestran las concentraciones de los componentes volátiles obtenidos y el perfil sensorial evaluado, posicionar el aceite de cardamomo cultivado en Antioquia-Colombia, como un potencial aditivo, competitivo por su rendimiento, libre de solventes tóxicos, con bajo perfil astringente y más refrescante.

El uso de las tecnologías de fluidos supercríticos y microencapsulación permitió dar un valor agregado a las semillas de cardamomo, acorde a las exigencias mundiales para la industria de alimentos.

D. Referencias

1. Senthil, A., & Bhat, K. (2010). Best estimated Taste detection threshold for cardamomun (Elletaria Cardamomun Maton) Aroma in Different Media, 6.
2. Lucchesie, M. E., Smadja, J., Bradshaw, S., Louw c, W., & Chemat, F. (2007). Solvent free microwave extraction of Elletaria cardamomum L.: A multivariate study of a new technique for the extraction of essential oil, 2, 1.
3. Nair, K. P. P. (2006). The Agronomy and Economy of Cardamom (Elettaria cardamomum M.): The "Queen of Spices." *Advances in Agronomy*, 91(06), 179–471. [http://doi.org/10.1016/S0065-2113\(06\)91004-9](http://doi.org/10.1016/S0065-2113(06)91004-9)
4. Olennikova, D. N., & Rokhin, A. V. (2011). Water Soluble Glucans from True Cardamom (Elettaria cardamomum White at Maton) Seeds, 182. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23795480>.
5. Guardiola Jorge y Bernal Jenifer. (2009). Factores que influyen en la adopción de los cultivos no tradicionales: El Caso de Guatemala 1. *Agroalimentaria*, 28.
6. Cabrera Padilla, R. Y. (2014). Drying of banana paste in rotatory dryer with inert bed Secagem de pasta de banana em secador rotativo com recheio de inertes, 10. <http://dx.doi.org/10.1590/bjft.2014.007>.
7. Najafi, M. N., Rassoul, K., Mortazavi, & Ali, S. (2010). Effect of Drying Process and Wall Material on the Properties of Encapsulated Cardamom Oil, 9. <http://link.springer.com/article/10.1007/s11483-010-9176-x>.
8. Normalización, I. E. de. (1999). Norma Técnica Ecuatorian. NTE INEM 1 529-2:99.