

OBTENCIÓN Y APLICACIÓN DE EXTRACTOS ALCOHÓLICOS DE CÚRCUMA

*Pedro T. Borges**, *Bárbara Otaño* y *Jorge A. Pino*
Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria
Carretera al Guatao, km 3 1/2, La Habana C.P. 19 200, Cuba.
E-mail: pedro@iiaa.edu.cu

RESUMEN

Se estudió, a escala de laboratorio, la obtención de un extracto de cúrcuma por extracción sólido-líquido con agitación y a temperatura de ebullición, con dos pases de 30 min cada uno. El proceso fue optimizado mediante un diseño de superficie de respuesta con dos factores (temperatura de extracción y graduación alcohólica) y dos variables de respuesta (contenidos de curcumina y sólidos totales). Se obtuvo un óptimo con alcohol etílico a 75,7 % en ebullición con rendimiento expresado en porcentaje de sólidos solubles de 91,7 %, con un contenido de curcumina de 0,52 ; 4,6 % de sólidos y con buena calidad sensorial. El escalado en planta piloto no presentó diferencias respecto al determinado a escala de laboratorio. El extracto aplicado a 0,5 % en la formulación de siropes para refrescos nutracéuticos de naranja y limón resultó el más adecuado.

Palabras clave: *Curcuma longa*, cúrcuma, extracto, refresco nutracéutico.

ABSTRACT

Obtainment and application of turmeric alcoholics extracts

The obtainment of a turmeric extract, at laboratory scale, by solid-liquid extraction with agitation and boiling temperature with two passes of 30 min each one, was studied. The process was optimized by response surface design with two factors (extraction temperature and alcoholic graduation) and two response variables (curcumin content and total solids). An optimum with 75.7% boiling ethanol was obtained with 91.7% yield expressed as soluble solids, 0.52% curcumin, 4.6% total solids, and acceptable sensorial quality. With the pilot scale runs the results have no difference in comparison to those at laboratory scale. The extract applied at 0.5% in the formulation of syrup for orange and lemon nutraceutical sodas was the most adequate.

Key words: *Curcuma longa*, turmeric, extract, nutraceutical soda.

INTRODUCCIÓN

La cúrcuma (*Curcuma longa* L.) es originaria del sudeste de Asia (India) y en la actualidad se cultiva en diferentes regiones tropicales del mundo (1-3). Por su origen tropical húmedo es una hierba que requiere de las condiciones propias del clima tropical o subtropical, es decir, alta temperatura y humedad relativa mayor de 75 %. Estas condiciones se cumplen perfectamente en Cuba, donde esta planta se cultiva silvestre y se utiliza en la producción, a pequeña escala, de extractos fluidos y pastillas (4).

La cúrcuma tiene propiedades sensoriales, fisiológicas, funcionales y preservantes, debido a que posee en su composición antioxidantes naturales, pigmentos, alcaloides y otros compuestos bioactivos. Además, es ampliamente utilizada en la preparación de alimentos

***Pedro T. Borges Galindo:** *Ing. Químico en Procesos (ISPJAE, 1979). Investigador Auxiliar. Máster en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (IFAL, 1999). Sus principales líneas de trabajo son la Extracción y Obtención de Aromas Naturales, Obtención de Aceites Esenciales y Oleorresinas de especias; también labora en la Formulación de Condimentos para la Industria Alimentaria, Formulación de Bebidas y Licores y en la Formulación de Aromas.*

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó cúrcuma seca y molida, cosechada en 2010 en Pinar del Río. La caracterización se realizó mediante los análisis químicos y físicos establecidos para este producto: distribución del tamaño de partículas (7), humedad (8), aceite volátil (9) y cenizas totales (10). Las graduaciones alcohólicas se determinaron con un alcoholímetro según (11).

La extracción se realizó, a escala de laboratorio, en un matraz reactor (1 L) con tapa esmerilada, al cual se acopló un agitador mecánico y un condensador recto (con el fin de minimizar las pérdidas por evaporación). El matraz se colocó en una fuente de calor regulable con control de temperatura para simular un extractor con agitación. La relación peso/volumen utilizada fue de 1/3, por lo que se cargó el extractor con 120 g de cúrcuma molida y con 360 mL de etanol diluido según el diseño. Se hicieron dos pases (30 min cada uno) y las corridas se realizaron por duplicado. El extracto obtenido en el primer pase se filtró por un papel de filtro de porosidad media y se separó la fase líquida (miscela). El residuo de la primera extracción se extrajo nuevamente y se repitió la misma operación descrita anteriormente. Posteriormente, las miscelas se unieron y envasaron para su evaluación química y sensorial.

El rendimiento se expresó, como porcentaje de sólidos solubles en el extracto obtenido, a partir del cálculo de la cantidad de sólidos de la materia prima, obtenida en las mismas condiciones de operación, pero con un tiempo de extracción de 2 h.

$$R = \frac{A}{B} \times 100$$

Donde R: rendimiento (% m/m), A: Porcentaje de sólidos solubles del extracto obtenido y B: Porcentaje de sólidos solubles de la materia prima.

La Tabla 1 muestra que se utilizó un modelo de diseño factorial de tres niveles (modelo 32), lo que equivale a dos factores con tres niveles. Los factores fueron la temperatura de extracción (30 a 79 °C) y graduación alcohólica (75 a 95 %), mientras que las variables de respuesta fueron los sólidos (% m/v) y el contenido de

curcumina (% m/v). Las variables de respuesta se maximizaron para calcular los valores óptimos. La adecuación de los modelos obtenidos se evaluó mediante la prueba t de Student para $p \leq 0,05$. La prueba fue dirigida para comparar los valores experimentales con los valores predichos por el modelo en cuestión. Las experiencias se hicieron aleatoriamente y sus resultados se procesaron con el programa Design-Expert 5 ver. 5.0.7 (1997).

Tabla 1. Matriz experimental del diseño de superficie de respuesta

Corrida	Temperatura (°C)	Graduación alcohólica (%)	Curcumina (%)	Sólidos totales (%)
1	30,0	75,0	0,30	1,30
2	54,5	85,0	0,49	1,60
3	54,5	85,0	0,47	1,60
4	54,5	85,0	0,49	1,60
5	79,0	75,0	0,49	4,40
6	54,5	95,0	0,54	1,60
7	54,5	85,0	0,48	1,40
8	79,0	95,0	0,47	3,80
9	30,0	95,0	0,51	1,40
10	79,0	85,0	0,55	4,60
11	30,0	85,0	0,45	1,50
12	54,5	85,0	0,49	1,80
13	54,5	75,0	0,49	2,20

Para el diseño experimental se fijaron los siguientes estreñimientos: tamaño de partículas como molida media (menos de 30 % de partículas retenidas sobre el tamiz de 30 mallas y más de 50 % retenidas sobre el tamiz de 60 mallas). Esto permitió una mayor superficie de contacto del disolvente y favoreció la difusión. Relación sólido/líquido (m/v): se tomó la mínima (1:3), lo que permitió el humedecimiento de toda la materia prima y agitación constante (1 500 min⁻¹).

A los extractos se le determinaron la densidad específica a 20 °C (12), índice de refracción a 20 °C (13), rotación óptica a 20 °C (14), residuo por evaporación (15), fenoles totales, expresados como ácido gálico (16) y contenido de curcumina (6). Los extractos se analizaron sensorialmente mediante una prueba descriptiva cualitativa, con tres catadores especializados, los que evaluaron aspecto, color y olor, este último mediante tiras de papel humedecidas en los extractos.

Con la mejor variante establecida por el diseño a escala de laboratorio, se realizó en la unidad extractora del equipo multipropósito modelo CR-611 de la firma francesa Tournaire, de 100 kg de capacidad, una produc-

ción a escala piloto de 50 L de extracto. El extractor se cargó con 8,33 kg de cúrcuma. Se hermetizó el equipo y se conectó el agitador. Se bombearon 25 L de alcohol etílico a 95 %, según la relación establecida en el proceso (1/3). Se calentó a ebullición del disolvente. Los vapores de alcohol desprendidos fueron recuperados con un condensador y el condensado fue reincorporado al extractor. El tiempo de extracción fue de 30 min en cada pase, lo que garantizó una buena saturación del disolvente utilizado. Posteriormente se purgó el extractor. La mezcla obtenida fue decantada y filtrada al vacío a través de una placa de asbesto-celulosa. El residuo de materia prima que quedó dentro del extractor, se extrajo otra vez más, repitiéndose esta operación de la misma forma que se describió anteriormente.

Con la mejor variante del extracto obtenido se formuló un sirope para refresco nutracéutico, el cual se dosificó con 0,4; 0,5 y 0,6 % del extracto y se mezcló con emulsión de naranja o esencia de limón para minimizar su sabor astringente. Los siropes preparados se diluyeron con agua gaseada, en la relación 1:5 (v/v) y se analizaron sensorialmente con una prueba de comparación pareada contra un patrón de refresco de naranja o limón. Además, se evaluó su calidad mediante una prueba de calificación por puntos, desde excelente (5 pts.) a pésimo (1 pts.). La comisión de catadores estuvo formada por 10 jueces especializados.

Posteriormente con la dosificación seleccionada del extracto de cúrcuma se prepararon 8 L de cada sirope, con el cual se prepararon 48 L de refresco gaseado de cada tipo. Los refrescos se envasaron en frascos plásticos de 330 mL, para su degustación, mediante una prueba poblacional de aceptación-rechazo, con más de 100 consumidores de ambos sexos. Para evaluar su calidad se utilizó una escala hedónica de 7 puntos (17): excelente (7), muy bueno (6), bueno (5), regular (4), muy malo (3), malo (2) y pésimo (1).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El diseño de superficie de respuesta para el modelo factorial estudiado presentó el programa de los experimentos y las dos variables de respuesta (Tabla 1). El análisis de varianza para los modelos de regresión cuadráticos demostró que el valor F del modelo fue

mayor que el valor F tabulado, por lo tanto se rechazó la hipótesis nula y se concluyó que los modelos y las diferencias fueron significativos.

La Tabla 2 presenta los coeficientes estimados para el diseño de superficie de respuesta con los factores codificados. En el modelo obtenido para la curcumina resultaron significativos los términos lineales de la temperatura de extracción (X_1) y el grado alcohólico (X_2), así como la interacción entre ambos factores. Los términos lineales resultaron con signo positivo, por lo que un aumento de ambos factores conduce a un incremento del contenido de curcumina. De igual forma, el término de la interacción resultó negativo, por lo que una disminución de uno de los dos factores estudiados incrementaría el contenido de curcumina. Dado que los tres coeficientes son del mismo orden, no puede definirse por un simple análisis la dirección del óptimo, pues existe una curvatura en el modelo obtenido. Se encontró una respuesta máxima para el contenido de curcumina a las temperaturas de extracción cercanas entre 42 y 54,5 °C para 95 % de graduación alcohólica, así como a 79 °C entre 75 y 80 % de graduación alcohólica. Al disminuir la graduación alcohólica y la temperatura de extracción se observó un brusco descenso de la variable de respuesta.

Tabla 2. Coeficientes estimados para el diseño de superficie de respuesta con los factores codificados

Factor	Curcumina	Sólidos totales
Intercepto	0,497	1,686
X_1 (temperatura de extracción)	0,042*	1,433*
X_2 (graduación alcohólica)	0,039*	-0,183
X_1^2	-0,024	1,148*
X_2^2	-0,012	-0,0017
$X_1 X_2$	-0,058*	-0,175
Coefficientes de determinación	0,835	0,975

*Valores significativos para $p \leq 0,01$

En un proceso de obtención sólido-líquido resulta importante saber el contenido de sólidos totales que se obtiene en los extractos, pues refleja el contenido de los compuestos que se solubilizan con el disolvente utilizado y que están presentes en la composición de la materia prima procesada. En el modelo obtenido para el contenido de sólidos totales solo resultaron significativos los términos lineales y cuadráticos de la temperatura de extracción (X_1). El coeficiente del término lineal de la temperatura de extracción resultó con signo positivo y ligeramente más alto que su término

cuadrático, por lo que puede afirmarse que un aumento de la temperatura de extracción favoreció el incremento de los sólidos totales.

Una vez comprobados el buen ajuste y adecuación de los dos modelos se procedió a la optimización de las variables de respuesta: contenido de curcumina y de sólidos totales, mediante su maximización. Se obtuvo un óptimo para la temperatura de extracción de 79 °C y graduación alcohólica de 75,7 %. En este punto se obtuvo un valor de 0,93 para la función objetivo (de un máximo posible de uno). Con esta combinación se lograron los mejores resultados para cada variable de respuesta evaluada que fueron: 0,52 % de curcumina y 4,6 % de sólidos. El rendimiento resultó ser de 91,7 % del total de sólidos totales en la materia prima.

La Tabla 3 presenta los valores de los experimentos realizados a escala piloto en el extractor multipropósito para las condiciones operacionales fijadas. Se aprecia que existe una buena repetibilidad en este proceso, pues el valor medio para los sólidos totales fue 4,35 % y para el rendimiento 90,6 %.

Tabla 3. Rendimiento y contenido de sólidos totales de los extractos

Experimentos	Sólidos totales de los extractos (%)	Rendimiento (% sólidos totales)
1	4,3	89,6
2	4,4	91,7
Media (S)	4,35 (0,07)	90,6 (0,7)

n = 2

(): Desviación estándar

La Tabla 4 muestra que la caracterización química y física de los extractos presentó una buena repetibilidad, lo cual se evidencian por presentar una baja dispersión en sus desviaciones estándar.

Tabla 4. Características físicas y químicas de los extractos

Extracción No.	Densidad (g/mL)	Curcumina (%)	Índice de refracción	Sólidos totales (%)	Fenoles (mg/L)
Media (S)	0,8145 (0,002)	0,48 (0,01)	1,3659 (0,0003)	4,35 (0,07)	5174 (10,61)

n = 2

(): Desviación estándar

Los extractos evaluados sensorialmente mediante una prueba descriptiva brindaron que son de aspecto líquido, homogéneos, sin partículas; de color amarillo oscuro e intenso; de sabor astringente, especiado y de olor característico a la especia del cual proviene.

El resultado de la prueba de comparación pareada en las dosificaciones aplicadas arrojó que las muestras de 0,4 y 0,6 % presentaron diferencias significativas, mientras que la muestra de 0,5 % no presentó diferencia significativa, para errores alfa y beta $\leq 0,05$, al ser comparada con la muestra patrón. La evaluación de la calidad asociada a esta prueba indicó que con la dosificación de 0,5 %, se obtuvo un valor de 4,1 puntos (buena). Por tanto, la dosificación más adecuada es la de 0,5 %, la cual puede ser utilizada en la preparación de los siropes de cúrcuma (naranja y limón).

La prueba poblacional para evaluar su aceptación y calidad en los refrescos gaseados de cúrcuma naranja y cúrcuma limón presentó los siguientes resultados: Refresco de cúrcuma naranja fue aceptado con calidad muy buena (valor medio = 6,3; S = 0,2) y refresco de cúrcuma limón fue aceptado con calidad buena a muy buena (valor medio = 5,9; S = 0,2).

CONCLUSIONES

Se determinó mediante un diseño factorial que el proceso de extracción, a escala de laboratorio, con agitación, alcohol etílico a 75,7 % en ebullición por 30 min para cada uno de los dos pases, se obtuvo un extracto de cúrcuma con un rendimiento promedio (% expresado como sólidos en la materia prima) de 91,7 con un contenido de curcumina de 0,52 y 4,6 % de sólidos. El escalado en planta piloto no presentó diferencias respecto al valor de rendimiento (90,6 %), curcumina (0,48 %) y sólidos (4,35 %), determinado a escala de laboratorio.

La evaluación sensorial de los extractos indicó que presentan buena calidad, en cuanto a su aspecto, olor, color y sabor. Se determinó que la dosis de 0,5 % del extracto de cúrcuma aplicado en la formulación de siropes para refrescos nutracéuticos, es factible enmascararlo con emulsión de naranja y esencia de limón para refrescos.

REFERENCIAS

1. Vargas, M. Efectos de la distancia de siembra sobre el rendimiento de la *Curcuma longa* L., (tesis, Universidad de Costa Rica) 1986.
2. Duke, J. Handbook of Medicinal Herbs, CBS Press, Boca Raton, 2000.
3. Cáceres, A. CYTED. Red Iberoamericana de Productos. Fitoterapéuticos, RIPROFITO. Madrid, 2000.
4. García, J.; González, V. y Gutiérrez, Y. J. Herbals, 5(4): 120-124, 2000.
5. Premavalli, K. Turmeric as spice and flavorant. En: Turmeric. The Genus *Curcuma*. Ravindran PN, Babu KN, Sivaraman K (Ed.), CRC Press, Boca Raton, 2007.
6. Reineccius, G. Source Book of Flavors. Chapman & Hall, London, 1994.
7. ISO 3588-1977. *Spices and condiments. Determination of degree of fineness of grinding*, 1977.
8. ISO 939-1980. *Spices and condiments. Determination of moisture content*.
9. ISO 6571-1984. *Spices and condiments. Determination of volatile oil content*.
10. ISO 928-1980. *Spices and condiments. Determination of total ash*.
11. NC-03-1:83. *Determinación del grado alcohólico*, 1983.
12. NC ISO 279:2003. *Aceites esenciales. Determinación de la densidad relativa a 20 °C. Método de referencia*. Cuba.
13. NC ISO 280:2004. *Aceites esenciales. Determinación del índice de refracción*. Cuba.
14. NC ISO 592:2005. *Aceites esenciales. Determinación de la rotación óptica*. Cuba.
15. NC ISO 4715:2005. *Aceites esenciales. Determinación del residuo de evaporación*. Cuba.
16. Dastmalchi, K.; Dorman, D.; Kosarb, M. y Hiltunen, R. LWT 40, 240, 239-248, 2007.
17. Torricella, R.; Zamora, E. y Pullido, H. Evaluación sensorial aplicada a la industria alimentaria. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria, La Habana, 1989.