

Obtención de Betacianinas de la Remolacha (*Beta vulgaris*)



Obtaining Beet Betacyanins (*Beta vulgaris*)

Karina Gabriela Salazar Llangari¹, Linda Mariuxi Flores², Raquel Leticia Coba Carrera³ & Hanníbal Lorenzo Brito Moína⁴

Recibido: 12-07-2019 / Revisado: 21-07-2019 / Aceptado: 14-08-2019 / Publicado: 10-09-2019

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.4..849>

This research work allowed to evaluate the effect of the micro encapsulation of the beet betacyanine pigment through the unit operation of spray drying, for use as a natural dye, for which, the betanine extract was obtained through the use of an extraction equipment, then filtration, the microencapsulation was subsequently carried out with maltodextrin at concentrations (10%, 25%, 50%, 75% and 100%) and dried in the dryer by atomization at different temperatures (120 ° C , 140 ° C and 160 ° C), the pigment obtained was characterized, identifying its functional and physicochemical properties; with respect to hygroscopicity (%), solubility (%), humidity (%), density (g / cm³). The optimum spray drying process was established after the tests performed: inlet air temperature of 120 ° C and an encapsulant concentration of 50% P / P. Obtaining a product with a humidity of 3 ± 0.05%, hygroscopy 4.05 ± 0.01% and a solid recovery yield of 72.73 ± 0.04%. These results

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Riobamba, Ecuador. gabriela.salazar@esPOCH.edu.ec

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Riobamba, Ecuador. linda.flores@esPOCH.edu.ec

³ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Riobamba, Ecuador. raquel.coba@esPOCH.edu.ec

⁴ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Riobamba, Ecuador. hbrito@esPOCH.edu.ec

show that the product thus obtained complies with the food cardex standards for obtaining natural powdered dyes.

Keywords: Production, Food, Coloring, Natural, Beet, Drying, Atomization

Resumen.

Este trabajo de investigación permitió evaluar el efecto de la micro encapsulación del pigmento de betacianinas de la remolacha a través de la operación unitaria de secado por atomización, para su uso como colorante natural, para lo cual, se obtuvo el extracto de betaninas mediante la utilización de un equipo de extracción, luego filtración, posteriormente se procedió con la microencapsulación con maltodextrina a concentraciones (10%, 25%, 50%, 75% y 100%) y se secó en el secador por atomización a diferentes temperaturas (120 °C, 140 °C y 160 °C), el pigmento obtenido fue caracterizado, identificando sus propiedades funcionales y fisicoquímicas; con respecto a la higroscopicidad (%), solubilidad (%), humedad (%), densidad (g/cm³). El proceso óptimo de secado por atomización fue establecido luego de los ensayos realizados: temperatura del aire de entrada de 120°C y una concentración de encapsulante del 50%P/P. Obteniendo un producto con una humedad del $3 \pm 0,05\%$, higroscopia $4,05 \pm 0,01\%$ y un rendimiento de recuperación de sólidos del $72,73 \pm 0,04\%$. Estos resultados evidencian que el producto así obtenido cumple con los estándares del cardex alimentario para la obtención de colorante naturales en polvo.

Palabras claves: Producción, Alimentos, Colorante, Natural, Remolacha, Secado, Atomización

Introducción.

Las betaninas son pigmentos hidrosolubles que pueden obtenerse de la remolacha, estos pueden ser utilizados en la industria de alimentos (Brito & et al, Colorantes naturales para uso alimenticio, 2019) (bebidas, cárnicos, lácteos, confitería, salsas, panificación, aderezos, etc.), por su poder colorante, sus propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, además de ser un excelente aditivo para suplementos alimenticios para deportistas. Por otro lado, se

puede mencionar que el uso del colorante (Brito & et al, Obtención del colorante natural del Camote (*Ipomoea batatas*), 2019) de la remolacha es limitado, porque, las betacianinas se degradan con facilidad a la exposición a la humedad, temperatura, luz y oxígeno. A pesar de lo expuesto la creciente oferta y demanda de alimentos procesados en el Ecuador, ha permitido ingresar a nuevos mercados especialmente externos, con lo cual, se incrementa el uso de pigmentos dentro de sus ingredientes.

Por lo expuesto se pretende optimizar la obtención del colorante de la remolacha (Brito & et al, Obtención de alcohol a partir de remolacha, 2016) para el uso en la industria de alimentos, para lo cual, se procede a la extracción del pigmento por el método soxhlet con alcohol etílico, posteriormente se separa el colorante por destilación (Brito H. , Texto Básico de Operaciones Unitarias II, 2001) al vacío a una temperatura de 40 C, con un vacío de 175 mmbar, el colorante puro obtenido es mezclado mediante agitación con maltodextrina como microencapsulante para ser llevado al secador por atomización (Brito H. , Texto Básico de Operaciones Unitarias III, 2001) para obtener el pigmento.

Metodología.

La investigación realizada empleó la microencapsulación a través de la técnica de secado por atomización para la obtención de un pigmento natural a partir de la remolacha. El equipo cuya capacidad máxima de alimentación es de 2 L/h trabaja en un rango de temperatura que van desde 0 a 300 °C y su funcionamiento interno se basa en un arrastre rápido que se produce a temperaturas relativamente bajas (temperatura de bulbo húmedo del aire), la corriente de aire caliente en contacto directo con la alimentación, forma de pequeñas gotas, donde el solvente (agua) es eliminado en forma de vapor junto a la corriente de aire caliente por la parte superior del ciclón, mientras el colorante en polvo se recoge por la parte inferior.

Con la pulpa de la remolacha se realizó la extracción del pigmento utilizando un equipo de extracción soxhlet. El extracto se filtró nuevamente en un tamiz con luz de malla de 300 μm , para remover las partículas pequeñas de bagazo, al colorante filtrado se adicionó maltodextrina en concentraciones de 10, 25, 50, 75 y 100% P/P, en las formulaciones preparadas se determinó las propiedades fisicoquímicas (Brito H. , Texto Básico de Mecánica

de Fluidos, 2006) como: densidad, viscosidad, pH y grados Brix; además se realizó la identificación de la presencia de betacianinas. Las formulaciones luego de valorarse sus propiedades físico químicas fueron sometidas a secado por atomización a temperaturas de 120, 140, 160 y 180°C.

Para la estabilización del método se realizaron 26 ensayos de laboratorio en el secador por atomización, de tal manera, que se optimice las variables de proceso (temperaturas, flujos), para obtener un colorante de calidad, más estable en color y textura, minimizando tiempo y costos de producción, con lo cual, se mejora el rendimiento del producto.

Estos ensayos fueron comparados, dando la opción de los parámetros de trabajo específicos, es decir, una alimentación 50 % P/P (0,2 Kg. de extracto y 0,1 Kg. de maltodextrina) y una temperatura de secado de 120°C. Esta formulación (Tabla 2) se vierte en el recipiente de alimentación para iniciar el proceso de secado, se debe instalar el atomizador, se enciende el ventilador, las resistencias eléctricas y esperar que se estabilice la temperatura de trabajo, encender la bomba y el compresor (15 PSI), abrir las válvulas del paso de alimentación y aire comprimido, finalmente recolectar en un recipiente el polvo deshidratado a la salida del ciclón.

Terminado el proceso se apaga las resistencias, se cierra las válvulas del paso de alimentación y aire comprimido, se apaga la bomba (Brito H. , Texto Básico de Mecánica de Fluidos, 2006) y el compresor, se espera que la temperatura descienda hasta 20 °C, apagar el ventilador, se recoger el polvo deshidratado que se ha quedado dentro del equipo.

Los análisis al producto obtenido para verificar características como color se basan en una comparación con una plantilla de similares, para la granulometría (Brito H. , Texto Básico de Operaciones Unitarias I, 2000) se utilizaron tamices industriales 150u, para determinar la higroscopia se colocó una muestra de 5 g. en cajas Petri, de las cuales se controló periódicamente pesos, la solubilidad se ensayó con agua y por último se enviaron muestras a un laboratorio certificado para que sean analizadas todas las especificaciones de la norma NMX-F-262-1975 “Colorante orgánico- sintético rojo No. 5” (Tabla 1).

Tabla 1 Especificaciones del colorante orgánico-sintético rojo No. 5

No.	ESPECIFICACIONES	VALOR
1	Concentración (base seca)	85% mínimo
2	Plomo (expresado como Pb)	10 ppm máximo
3	Arsénico (expresado como As ₂ O ₃)	1,4 ppm máximo
4	Material volátil a (135 ⁰ C)	10% máximo
5	Material insoluble en H ₂ O	1% máximo
6	Extracción de etéreos	0,5% máximo
7	Óxidos mixtos	1,0% máximo
8	Metales pesados (Pb)	Trazas
9	Colorantes subsidiarios	4,0% máximo
10	Cloruros y sulfatos de sodio	5% máximo

Fuente: Hinojoza L. / Cruz L.

Resultados y discusión.

A partir de la remolacha (*Beta vulgaris.*), se obtuvo un pigmento estable de Betacianinas mediante un proceso de microencapsulación a través de un proceso de secado por atomización. A continuación, se muestran los resultados de los parámetros fisicoquímicos y las mediciones de color para los extractos, así como los parámetros para la construcción de un secador por atomización.

Para obtener el colorante de remolacha en polvo se empleó maltodextrina y goma arábiga como encapsulantes, realizándose diferentes ensayos, en los cuales se varió la formulación y la temperatura de secado. Tal como lo muestra la tabla 2 y 3 con maltodextrina se prepararon concentraciones de 10, 25, 50, 75 y 100 % P/P en zumo de remolacha, trabajando a temperaturas de secado de 120, 140, 160 y 180°C; con goma arábiga sus concentraciones fueron de 10, 25 y 50 % P/P a las temperaturas de 120 y 140 °C. La variación de las temperaturas de bulbo seco del aire a las cuales se realizaron los ensayos se consideran mayores a la temperatura de ebullición en Riobamba, ya que existen pérdidas de calor, variación de temperaturas y además el punto de ebullición aumenta cuando hay sólidos presentes.

Tabla 2 Propiedades del extracto de la remolacha con maltodextrina a varias concentraciones

No.	C (%P/P)	⁰ Bx	ρ (g/mL)	μ (poise)	pH
1	0	9,32	1,08	0,06	5,5
2	10	16,8	1,11	0,09	5,9
3	25	26,6	1,12	0,13	5,86
4	50	34,4	1,15	0,19	5,83
5	75	41,4	1,17	0,24	5,88
6	100	56,2	1,21	0,29	5,8

Fuente: Hinojoza L. / Cruz L.

Tabla 3 Extracto de remolacha con goma arábica evaluada a varias concentraciones y temperaturas

No.	T °C	C (%P/P)	Producción	η (%)	t (min)	Color polvo	Obstrucciones	Pérdidas	Pegajosidad	Higroscopia (%)
1	120	10	0,5	0,45	13	6	2	2	2	5,53
2	120	25	5	4	62	6	2	2	2	9,19
3	120	50	11	7,33	87	4	2	2	2	12,6
4	140	10	2	1,81	31	5	2	2	2	6,42
5	140	25	7	5,83	31	5	2	2	2	5,65
6	140	50	20	13,33	120	3	2	2	2	5,98
7	160	50	14	9,33	34	2	2	2	2	5,72

Color Polvo= 1-6 (6 más intenso) Obstrucciones= pérdidas – pegajosidad = (1) Ausencia (2) Presencia
Fuente: Hinojoza L. / Cruz L.

Los resultados de los ensayos determinaron que la maltodextrina es el mejor encapsulante en una concentración del 50 % P/P y a la temperatura de secado de 120 °C, debido a que en estas condiciones se presentó un rendimiento del 34 % de producción en 16 min., sin obstrucciones de la boquilla del equipo de atomización y menor pérdidas del producto. El colorante obtenido muestra un color de intensidad elevada y baja higroscopia garantizando la calidad y estabilidad del colorante.

Se determina las variables de proceso para la producción del colorante en polvo, con una de alimentación de 0,2 Kg. de extracto y 0,1 Kg. de maltodextrina, su fabricación se realiza en

un tiempo de 20 minutos, obteniendo 0,08 Kg del pigmento de remolacha (72,73 % de recuperación de sólidos). El porcentaje se considera aceptable, sin embargo, no es del 100 %, debido a que, las pérdidas de las partículas más finas del colorante se ubican en las paredes del equipo y en la corriente de aire de salida, además queda un residuo en el tanque de alimentación a causa de que el nivel del líquido no alcanza la succión de la bomba.

Se determina que la evaporación del agua de la gota en el incremento de la humedad del aire de secado de 0,01 a 0,029 Kg H_2O/Kg es considerándose que el flujo de aire es de 8,1933 $\times 10^{-3}$ Kg/s, mismo que es adecuado para lograr una humedad del producto de 0,03 Kg H_2O/Kg ss; debido a que, el flujo de aire es superior, de tal modo, que incrementa la presión parcial del aire, por lo tanto, aumenta la humedad del pigmento.

La evaporación depende del transporte de energía, es decir, es la cantidad de calor necesario para secar el líquido, reduciendo su diámetro desde 314,3114 μ hasta obtener un polvo de 150 μ , con un tiempo de secado por atomización de 2,09 segundos, al ser casi instantáneo no afecta las propiedades del pigmento de remolacha, por este motivo, es un proceso recomendable para alimentos termosensibles.

El rendimiento térmico del proceso es de 38,64 % considerando que es un sistema no adiabático y se producen pérdidas de calor. El rendimiento de evaporación es del 73,08 % que indica la relación entre la capacidad de evaporación real con la capacidad que se obtendría en el caso ideal del aire de salida llegue a la saturación.

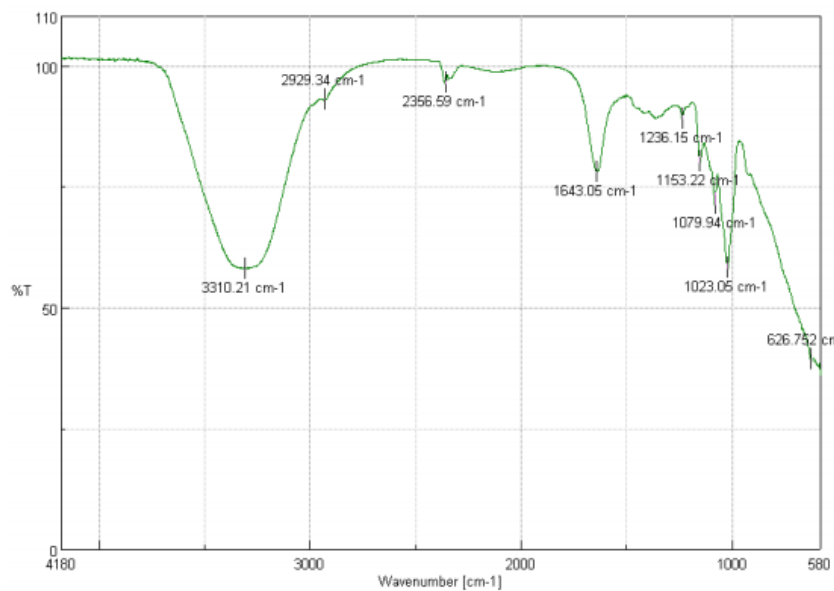
El colorante tiene un pH de 6,25, su higroscopia es de 4,05% y es soluble en agua. Además, se realizó el análisis de laboratorio con la técnica de espectrofotometría de Infrarrojo identificando el grupo OH precedido a un aromático a 3310,21 nm, también se determina la presencia de la banda del enlace C = C y C = N a 1643,05 nm, los demás no son posibles de reconocer, por lo que, es necesario realizar un estudio de RMN-H y RMN-C. También se caracterizó el colorante determinando que sus valores se encuentran en los límites permitidos, de esta manera, se cumple con los estándares de calidad.

Tabla 4. Parámetros de la caracterización del colorante

No.	PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO
1	Sulfatos	mg/kg	5
2	Nitratos	mg/kg	19,9
3	Arsénico	mg/kg	0,014
4	Plomo	mg/kg	0,027
5	Cromo	mg/kg	0,002
6	Material volátil	%	2,53
7	Cloruros	mg/kg	9,9
8	Óxidos mixtos	mg/kg	0,336
9	Cenizas insolubles en ácido	%	0,49
10	Acidez	mg/kg	401,92
11	pH		6,25

Fuente: Hinojoza L. / Cruz L.

Figura 2. Espectrometría Infrarrojo



Fuente: Hinojoza L. / Cruz L.

Conclusiones

- Se obtiene 0,03 Kg H_2O/Kg_{ss} de colorante de remolacha que cumple la norma NMX-F-262-1975 “COLORANTE ORGÁNICO- SINTÉTICO ROJO”
- De la alimentación de 0,3 Kg en concentración de maltodextrina 50 % P/P se tiene 0,08 Kg de pigmento en 20 min.
- El colorante tiene un pH de 6,25, una higroscopia de 4,05% y es soluble en agua.
- Se identificó la presencia del grupo OH precedido a un aromático a 3310,21 nm.
- Tiene un rendimiento de 34 %.

Referencias Bibliográficas.

- Allegra, M., & et al. (2005). Mechanism of interaction of betanin and indicaxanthin with human myeloperoxidase and hypochlorous acid. *Biochemical and Biophysical Research Commun.*
- Azeredo, H. (2008). Betalains: properties, sources, applications, and stability – a review.
- Brito, H., & et al. (2019). Obtención del colorante natural del Camote (*Ipomoea batatas*). *Ciencia Digital*, 38-47.
- Brito, H. (2000). *Texto Básico de Operaciones Unitarias I*. Riobamba, Chimborazo, Ecuador: Docucentro ESPOCH.
- Brito, H. (2001). *Texto Básico de Operaciones Unitarias II*. Riobamba: Docucentro ESPOCH.
- Brito, H. (2001). *Texto Básico de Operaciones Unitarias III*. Riobamba, Chimborazo, Ecuador: SE.
- Brito, H. (2006). *Texto Básico de Mecánica de Fluidos*. Riobamba.
- Brito, H., & et al. (2016). Obtención de alcohol a partir de remolacha. *European Journal of Scientific Research*.
- Brito, H., & et al. (2019). Colorantes naturales para uso alimenticio. *Ciencia Digital*. doi:10.33262/cienciadigital.v3i2.4.510

- Brito, H., & et al. (2019). Obtención y determinación de la calidad de colorante a partir de las flores de Sangorache. *Ciencia Digital*.
- Butera, D., & et al. (2002). Antioxidant activities of sicilian prickly pear (*Opuntia ficus-indica*) fruit extracts and reducing properties of its betalains: Betanin and indicaxanthin. *Journal o*.
- Espín, C. (2013). *Aporte al recate de la Mashua aplicando técnicas de cocina de vanguardia*. Cuenca.
- Lozano, M. (2009). Obtención de microencapsulados funcionales de zumo de *Opuntia stricta* mediante secado por atomización. *Universidad Politécnica de Cartagena*.
- Pitalua, A., & et al. (2010). Antioxidative activity of microcapsules with beetroot juice using gum Arabic as wall material. *Food and Bioproducts Processing*.
- Torres, V. (2008). Microencapsulación de “polifenoles y betalaínas” desde un extracto acuoso de tuna (*Opuntia ficus-indica*), mediante secado por atomización. *Universidad Tecnológica Metropolitana*.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Salazar Llangari, K., Flores, L., Coba Carrera, R., & Brito Moina, H. (2019). Obtención de Betacianinas de la Remolacha (*Beta vulgaris*). *Ciencia Digital*, 3(3.4.), 228-238.
<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.4.849>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.

