

# Microencapsulación de colorantes naturales presentes en la fresa (*Fragaria vesca*)

## Microencapsulation process of natural dye from strawberry (*Fragaria vesca*)

Gerardo Avendaño Prieto<sup>1</sup>; Baudilio Acevedo Buitrago<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ingeniero Químico PhD. Universidad EAN, Bogotá, Colombia. \*[gavendanop@ean.edu.co](mailto:gavendanop@ean.edu.co);

<sup>2</sup> Químico MSc. Universidad Libre, Bogotá, Colombia. \*[bandilio.acevedob@unilibre.edu.co](mailto:bandilio.acevedob@unilibre.edu.co)

Fecha de recepción: 15/05/2014 Fecha de aceptación del artículo: 09/06/2014

### Resumen

La fresa (*Fragaria vesca*) es un fruto común en Colombia que posee un importante contenido de fenoles y aditivos naturales de color con propiedades antioxidantes, pero que presenta también la característica de ser un fruto altamente perecedero. En esta trabajo se presentó la posibilidad de aprovechamiento de este fruto mediante la aplicación de una tecnología de protección (secado por aspersión) para aditivos de color obtenidos a partir del extracto etanólico del fruto de la fresa (*Fragaria vesca*), convirtiéndose este producto natural en un potencial colorante para su uso en la industria de alimentos.

### Palabras clave

Aditivo, *Fragaria vesca*, Secado por aspersión.

### Abstract

The strawberry (*Fragaria vesca*) is a common fruit in Colombia which has a significant content of phenols and color additives with natural antioxidant properties, but which also has the characteristic of being a highly perishable fruit. The possibility of using this fruit is presented by applying protection technology (spray drying) for color additives obtained from the ethanolic extract of the fruit of strawberry (*Fragaria vesca*) In this research, making this natural product in a potential dye for use in the food industry.

### Keywords

Additive, *Fragaria vesca*, Spray drying.

### 1. Introducción

La fresa es un producto agrícola de alta importancia económica y muchas investigaciones se han direccionado a la optimización de los cultivos, y el incremento de la calidad del fruto. Sin embargo, dado que el fruto se utiliza en la generación de subproductos alimenticios viables económicamente en donde se busca el máximo aprovechamiento de la materia prima y sus constituyentes, se han buscado técnicas que permitan preservar o aumentar el tiempo de vida útil de los frutos (1, 2, 3, 4, 5) y por otro lado se han guiado estudios a la extracción de los componentes de aprovechamiento tales como el sabor y el color con el fin de ser posteriormente utilizados para aumentar las características o atributos que contribuyen a la calidad sensorial de los alimentos y ofrecer una mayor oportunidad de aceptabilidad de dichos productos en el mercado (6, 7).

En la presente investigación se evalúa el proceso de extracción de compuestos de color propios de la fresa (*Fragaria vesca*) y la eficiencia en la preservación de estos mediante la técnica de microencapsulación por secado por aspersión (spray drying). De tal manera que se ofrezca una alternativa de aumento del aprovechamiento, de la aplicabilidad y del tiempo de vida útil de tales

compuestos de origen natural que pueden aportar el color y su potencial actividad antioxidante como aditivos de diversos productos destinados al consumo humano.

Pese a la alta capacidad de producción de frutas en nuestro país y a nivel mundial, existe una profunda susceptibilidad de generación de pérdidas económicas en la cadena industrial, desde el cultivador hasta el comercializador, y esto debido a deficiencias en las prácticas de manejo postcosecha y también principalmente a los bajos tiempos de vida del producto, lo que ha llevado al aumento del interés de industrias de alimentos en productos derivados de fruta (8).

Es así como en el marco de esta investigación se plantea una alternativa de aprovechamiento industrial a partir de la obtención de extractos enriquecidos en pigmentos de color del fruto de la fresa (*Fragaria vesca*) para luego convertirlos en encapsulados que puedan ser potencialmente usados como fuente no convencional de color, (como aditivos en la industria alimenticia o farmacéutica) y buscar el reemplazo de colorantes artificiales o sintéticos usados y que en la actualidad han sido asociados a problemas de salubridad (9, 10).

En este estudio se pretende evaluar la posibilidad de preservación de compuestos de color de la fresa (*Fragaria vesca*) mediante microencapsulación por secado por aspersión, así como determinar las condiciones apropiadas del secado por aspersión para el recubrimiento de los colorantes naturales de la fresa (*Fragaria vesca*) y evaluar la aplicación del encapsulado de color natural de fresa en una preparación alimenticia.

## 2. Metodología

### 2.1 Obtención de extractos enriquecidos en color y aroma

La obtención de extractos enriquecidos en pigmentos se realizó mediante dos procesos. osmo-deshidratación (11), por inmersión de la fruta en una solución etanólica y otra por inmersión en sacarosa,

ambas durante 24 horas ( $F_{\text{eta}}$  y  $F_{\text{sac}}$ , respectivamente) y mediante extracción Soxhlet durante 2 horas utilizando etanol como solvente ( $F_{\text{set}}$ ). Se realizó también una extracción colocando a ebullición en agua la fruta ( $F_{\text{agua}}$ ). Las cantidades utilizadas de solvente para los procesos de extracción anteriores mantuvieron una proporción fruta – solvente de 1:3 (p/v) de tal manera que permitiera el recubrimiento total de la fruta. Cada proceso de extracción mencionado se realizó por triplicado.

#### 2.1.1 Caracterización fisicoquímica de los extractos

A cada uno de los extractos obtenidos se les determinó las siguientes propiedades: densidad, pH (pHmetro Schott CG820), y sólidos solubles ( $^{\circ}$ Brix) con un refractómetro Atago 8682.

#### 2.1.2 Determinación de la actividad antioxidante

La determinación de la actividad antioxidante de los extractos se realizó a 734 nm de longitud de onda mediante el método descrito por Re et al. (12), 1999. La cuantificación se realizó referida a la actividad antioxidante del Trolox, análogo soluble en agua del tocoferol. La actividad antioxidante fue expresada como  $\mu$ Moles de Trolox por gramo de fresa después de hacer las correcciones correspondientes por dilución.

#### 2.1.3 Determinación de fenoles totales

El contenido de compuestos fenólicos totales en la fruta de la fresa y en sus extractos fue determinado con el reactivo de Folin-Ciocalteu usando ácido gálico como estándar, siguiendo la metodología descrita por Singleton y Rossi, 1965 (13). Para tal fin, se preparó una solución estándar de ácido gálico (55.8 mg en 100 mL de agua) y se tomó el volumen necesario para preparar las soluciones de la curva de calibración desde 10 mg/L hasta 60 mg/L y con lectura de la absorbancia de cada patrón ó muestra a 760 nm de longitud de onda. Cada determinación se realizó por triplicado y la cantidad de fenoles totales se expresó como mg de ácido gálico/g de fresa.

## 2.2 Obtención de microencapsulas de compuestos de color de la fresa (*Fragaria vesca*)

Para este proceso se seleccionaron los extractos obtenidos mediante osmodeshidratación con etanol 98%  $F_{\text{eta}}$  y el extracto con sacarosa  $F_{\text{sac}}$  ya que estos presentan la mayor eficiencia en la extracción de fenoles. Como agente encapsulante de acuerdo con la mayor solubilidad en agua se utilizó maltodextrina. Para tal fin, los extractos se concentraron por separado en un rotavapor a 30 °C y se prepararon así 3 litros de emulsión con cada uno de los extractos concentrados (fase dispersa) y una solución de maltodextrina (fase continua). El proceso de encapsulación se realizó en un equipo de secado por aspersión Spray dryer Niro Mobile Minor 2682, operado bajo diferentes condiciones de temperatura de entrada de 70 °C a 110 °C y temperatura de salida de 50 °C a 90 °C, con flujos de alimentación al atomizador de 10 mL/min a 15 mL/min, para obtener sólidos pulverulentos.

### 2.2.1 Morfología de las microcápsulas

La morfología de las microcápsulas fue evaluada por microscopía de barrido electrónico en un equipo marca JEOL T 120. El análisis fue realizado a condiciones de alto vacío ( $1.4 \times 10^{-5}$  torr) a un voltaje de aceleración de 30 kV.

### 2.2.2 Determinación de humedad

La determinación de humedad en las microcápsulas obtenidas ( $M_{\text{Feta}}$ ) se realizó por el método gravimétrico a 105 °C de acuerdo a la metodología descrita en el AOAC, 2002(14).

### 2.2.3 Aplicación en producto de consumo

Se realizaron ensayos de aplicación de los compuestos de color microencapsulados ( $M_{\text{Feta}}$ ) en helado con el fin de determinar si éstos eran sensorialmente aptos para consumo y si su aplicación como colorante era viable. Para el análisis sensorial del microencapsulado se preparó helado de crema en el que se añadió pigmentos microencapsulados de fresa como aditivos de color en tres diferentes

concentraciones. Estos productos fueron presentados al azar a un panel de aceptación compuesto por 20 personas no entrenadas y cuyo criterio de evaluación (atributos de preferencia) fue principalmente la aceptación del color y en general del producto alimenticio.

## 3. Resultados

### 3.1 Obtención de extractos enriquecidos en color

A partir de la fruta de la Fresa (*Fragaria vesca* L.) se obtuvieron extractos enriquecidos en color mediante los métodos; osmodeshidratación, Soxhlet. Los resultados de los parámetros fisicoquímicos para los diferentes extractos se presentan en la Tabla 1.

Los resultados de fenoles totales y actividad antioxidante, determinados para los extractos se presentan en la Tabla 2. En estos resultados se observa que los extractos de color obtenidos por osmodeshidratación con etanol al 98% frente a los otros procesos de extracción son en particular los que poseen mejores características dados sus mayores valores en contenido de compuestos fenólicos y en actividad antioxidante; lo cual se debe a que en este proceso, se evita el calentamiento que posiblemente degrada y transforma térmicamente los compuestos de color, y de esta manera se pierden también su actividad antioxidante. Para el extracto obtenido mediante osmodeshidratación con sacarosa se obtienen bajos valores de actividad antioxidante y compuestos fenolicos pero en color se obtiene una mayor intensidad muy probablemente debido al aumento de la densidad óptica proporcionada

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos de los extractos de color extraídos de la fresa.

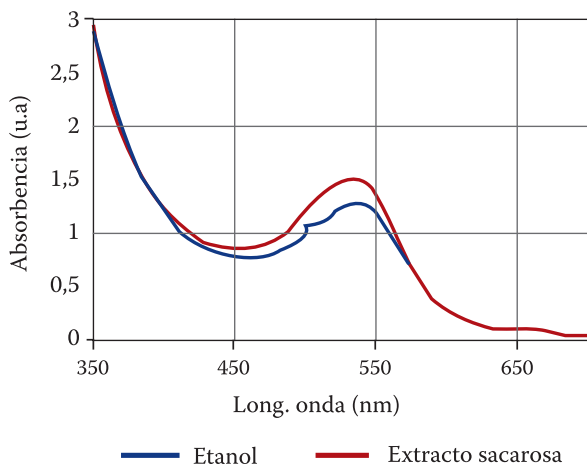
Extracción	pH	°Brix	Densidad (g/mL)
$F_{\text{Eta}}$	4.9	25	0.91
$F_{\text{agua}}$	4.5	10	1.04
$F_{\text{sac}}$	5.1	28	0.95
$F_{\text{Set}}$	4.7	22	0.89

por el azúcar. Se encuentra un coeficiente de correlación para los fenoles totales versus actividad antioxidante de  $r > 0,9746$ , para cada tipo de extracción a excepción de la extracción Soxhlet.

Al evaluar los factores que causan la desviación de la linealidad se confirma como factor importante el tipo de solvente de extracción, las correlaciones con respecto al tipo de solvente aumentan a valores de  $r (>= 0.990)$  siendo mayores para los resultados de los extractos obtenidos con etanol, solvente que en el proceso provee además a la mayoría de las extracciones realizadas una menor degradación de los compuestos con respecto a los demás extractos.

**Tabla 2.** Valores medios de compuestos fenólicos totales, y actividad antioxidante de compuestos de color extraídos de la fresa (*Fragaria vesca*).

Extracción	Fenoles totales % FT/ g Fresa	Actividad antioxidante mM Trolox/mM muestra
F <sub>Eta</sub>	0.84 ± 0.10	6.6 ± 0.4
F <sub>agua</sub>	0.31 ± 0.18	2.9 ± 0.2
F <sub>sac</sub>	0.38 ± 0.15	3.0 ± 0.2
F <sub>Set</sub>	0.30 ± 0.16	3.4 ± 0.2



**Figura 1.** Espectro VIS de los extractos de Fresa (*Fragaria vesca*) obtenidos mediante osmodeshi-dratación con etanol 98% y con sacarosa.

### 3.2 Mediciones de color para los extractos seleccionados

Las mediciones de cromaticidad de los extractos con mejores propiedades se obtuvieron a partir de los espectros UV/VIS en el rango de longitud de onda de 350 nm a 700 nm en un espectrofotómetro Shimadzu SL y son dadas como medidas de absorbancia (Figura 1). Estos espectros presentan un máximo de absorbancia a 520 nm y confirman la mayor intensidad de color en el extracto con sacarosa, pero al correlacionar los resultados presentados en la Tabla 2, dichos espectros no son un reflejo cuantitativo ni representación de la cantidad de pigmentos de color tipo antociano presentes.

### 3.3 Microencapsulación

En la realización de este proceso con los extractos obtenidos con sacarosa se presentaron bastantes inconvenientes en el proceso de microencapsulación mediante secado por aspersion ya que se generaba una sustancia aglomerada y pegajosa que no permitía la formación de microcapsulas. La microencapsulación se realizó entonces con el extracto etanólico de fresa, con el que luego de varios ensayos experimentales se obtuvieron como condiciones óptimas del proceso; temperatura de entrada al equipo 110 °C, temperatura de salida de 84 °C, flujo de alimentación de 15 mL/min. de una emulsión preparada con el extracto concentrado y una solución de maltodextrina en una relación de extracto/encapsulante de 2:5; v/v.

Después del proceso de secado por aspersion se obtuvo un sólido pulverulento de color rosado (Figura 2) el cual es caracterizado. Se utilizó la microscopia de barrido electrónico (SEM) para este análisis y en las imágenes obtenidas se observa que evidentemente existe la formación de microcápsulas para el extracto de color recubierto con maltodextrina.

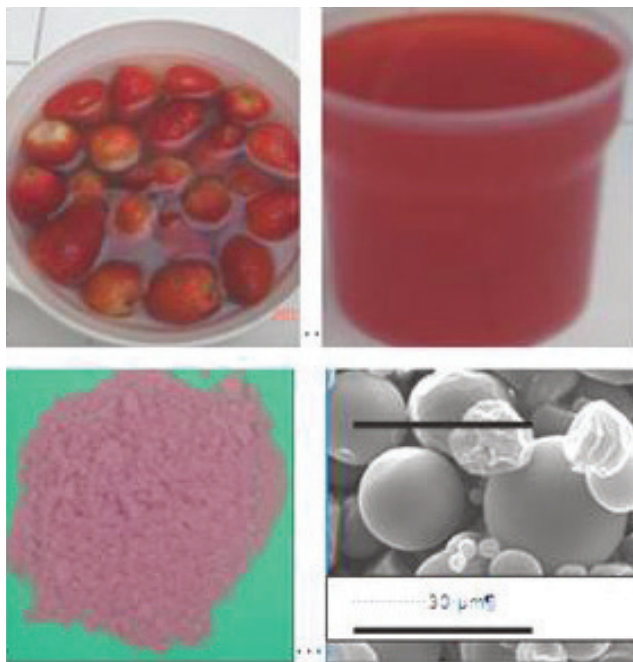
Las microcápsulas presentan en general formas de tipo esférico con tamaños menores de 25 µm, algunas cápsulas presentan superficie lisa y otras con superficie irregular o imperfecta posiblemente debido a residuos de humedad.

### 3.4 Determinación de humedad y efectividad de la microencapsulación

Se realizó la determinación de humedad presente en los microencapsulados etanolicos de color de fresa con maltodextrina, en una estufa a 105 °C, y se obtuvo un 10 % de humedad en peso de microencapsulado, lo que confirma que pese a no ser un alto valor de humedad, las imperfecciones en la morfología de las microcapsulas pueden ser debidas a este contenido de humedad. Posteriormente se realizó un ensayo de solubilidad de las microcapsulas y en este se evidencia una fácil liberación del pigmento, fácil formación de solución coloreada (rojo) y traslucida, sin pérdida de sus propiedades antioxidantes (Tabla 3).

### 3.5 Aplicación en producto de consumo: Helado de crema

En los ensayos de aplicación de los encapsulados se analizó la influencia de la adición de estos pigmentos naturales como colorante en la aceptabilidad de



**Figura 2.** Extracto de color a partir de fresa (*Fragaria vesca*) (etanol 98%), microcapsulas obtenidas mediante secado por aspersion y microscopia de barrido electrónico (SEM) del microencapsulado con maltodextrina.

**Tabla 3.** Parámetros fisicoquímicos y valores medios de propiedades de los pigmentos antocianicos de la fresa  $F_{eta}$ , microencapsulados mediante secado por aspersion.

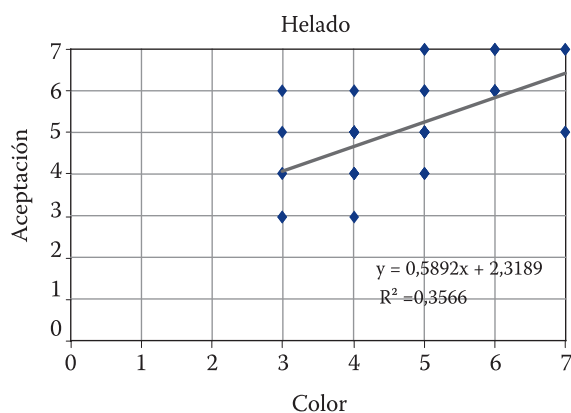
Producto	pH	°Brix	Densidad (mg/mL)	Actividad antioxidante mMol Trolox/g
$F_{eta}$	2.2	36	1.12	33.9 ± 1.2
	2.4	33	1.10	36.7 ± 1.2
	2.5	31	1.13	35.4 ± 1.2

un helado de crema con diferentes concentraciones de adición del microencapsulado. Para cada producto final se realizaron pruebas de aceptación por parte de un panel no entrenado compuesto por 20 personas.

En el análisis se evaluó el color y el sabor de los productos, como principales parámetros de aceptabilidad y la asociación de estos con alguna fruta. La mayoría de los panelistas relacionaron el color impartido con frutos rojos tales como mora fresa, y frambuesa, para las más altas concentraciones. Mientras que para la concentración más baja la asociación de color abarcó además frutas como la sandía, y la guayaba. La mayor aceptabilidad del producto por las personas fue por el de mayor concentración (Figura 3) y la calificación del sabor lo describe como agradable, no intenso con calificación de aceptable.

En general los resultados demuestran que la adición del pigmento microencapsulado no afecto ni el sabor ni tampoco la aceptación del producto.

En el helado de crema se tenía una preparación (composición) similar y además no se aplicó ningún aditivo ni de sabor ni de aroma, por lo que la aceptación del producto estuvo dada principalmente por la textura, el color y la apariencia general. Los resultados muestran en general una influencia positiva en la aplicación de los pigmentos microencapsulados de la fresa con maltodextrina en la aceptabilidad del helado de crema.



**Figura 3.** Gráficos de aceptabilidad del color y el producto (helado) en el que se utilizó como aditivo de color el microencapsulado de fresa concentración al 8%.

#### 4. Conclusiones

A partir del extracto etanólico de color obtenido mediante osmodeshidratación del fruto de la fresa (*Fragaria vesca*) se consiguió un producto microencapsulado en maltodextrina mediante secado por aspersión (Spray Drying), y las condiciones óptimas del proceso fueron; relación de solución saturada de maltodextrina a extracto etanólico de 5:2 v/v, flujo de entrada al equipo de secado 15 mL/min, temperatura de entrada a la cámara de secado 110 °C, temperatura de salida al ciclón 84 °C.

Los microencapsulados obtenidos ( $F_{\text{eta}}$ ) fueron caracterizados mediante microscopía de barrido electrónico y estos muestran un proceso exitoso en el que en general se producen microcapsulas con una forma esférica, con tamaños menores de 25  $\mu\text{m}$ , superficie lisa, y contenidos de humedad < 10 %. Los pigmentos encapsulados demuestran también una fácil liberación al solubilizarse en agua y la conservación de su actividad antioxidante y sus propiedades de color después del tratamiento térmico de microencapsulado.

La aplicación de los pigmentos obtenidos a partir de la fresa, como aditivos de color en helado de crema, se manifiesta como positiva con respecto a la aceptabilidad del producto con mayor concentración de microencapsulado 8%, y no provee efectos negativos sobre el sabor y la textura del producto.

#### Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad EAN (Vicerrectoría de investigaciones) por la financiación para el desarrollo del presente proyecto.

#### Referencias

1. Goulas, V., & Manganaris, G. A. (2011). *The effect of postharvest ripening on strawberry bioactive composition and antioxidant potential*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(10), 1907–1914.
2. Reganold, J. P., Andrews, P. K., Reeve, J. R., Carpenter-Boggs, L., Schadt, C. W., Alldredge, J. R., et al. (2010). *Fruit and soil quality of organic and conventional strawberry agroecosystems*. *PLoS ONE*, 5 (9).
3. Shin, Y., Ryu, J. A., Liu, R. H., Nock, J. F., Polar-Cabrera, K., & Watkins, C. B. (2008). *Fruit quality, antioxidant contents and activity, and antiproliferative activity of strawberry fruit stored in elevated CO<sub>2</sub> atmospheres*. *Journal of Food Science*, 73(6), S339–344.
4. Villa-Rojas, R., Lopez-Malo, A., & Sosa-Morales, M. E. (2011). *Hot water bath treatments assisted by microwave energy to delay postharvest ripening and decay in strawberries (*Fragaria x ananassa*)*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(12), 2265–2270.
5. Wojdylo, A., Figiel, A., & Oszmianski, J. (2009). *Effect of drying methods with the application of vacuum microwaves on the bioactive compounds, color, and antioxidant activity of strawberry fruits*. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 57(4), 1337–1343.
6. Aaby, K., Wrolstad, R. E., Ekeberg, D., & Skrede, G. (2007b). *Polyphenol composition and antioxidant activity in strawberry purees; impact of achene level and storage*. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 55(13), 5156–5166.
7. Buendia, B., Gil, M. I., Tudela, J. A., Gady, A. L., Medina, J. J., Soria, C., et al. (2010). *HPLC-MS analysis of proanthocyanidin oligomers and other phenolics in 15 strawberry cultivars*. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 58(7), 3916–3926.

8. Aharoni, A., Giri, A. P., Verstappen, F. W., Berteau, C. M., Sevenier, R., Sun, Z., et al. (2004). *Gain and loss of fruit flavor compounds produced by wild and cultivated strawberry species. Plant Cell*, 16(11), 3110–3131.
9. Bridle, P.; Timberlake, C. *Anthocyanins as natural food colours-selected aspects. Food Chem.* 1997, 58, 103-109.
10. Delgado-Vargas, F.; Jiménez, A.R.; Paredes-López, O. *Natural pigments: carotenoids, anthocyanins and betalains – characteristics, biosynthesis, processing and stability. Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2000, 40, 173-289.
11. Torregiani, D.; Bertolo, G. *Osmotic pre-treatments in fruit processing: chemical, physical and structural effects. Journal of Food Engineering* 2001, 49, 247-253.
12. Re, R.; Pellegrini, N.; Proteggente, A.; Pannala, A.; Yang, M.; Rice-Evans, C. *Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radic. Biol. Med.* 1999, 26, 1231.
13. Singleton, V.; Rossi, J. *Colorimetry of total phenolic with phosphomolibdic-phosphotungstic reagents. Am. J. Enol. Vitic.* 1965, 16, 144-158.
14. AOAC. *Official methods of analysis of the association of official Analytical Chemist.* Editor Dr. William Horwitz, (18<sup>th</sup> ed.), 2005.