

ANTOCIANINAS DE HIGO COMO COLORANTES PARA YOGUR NATURAL

FIG ANTHOCYANINS AS PLAIN YOGHURT COLORANTS

Miguel Aguilera-Ortíz*, María del Carmen Reza-Vargas, Rodolfo Gerardo Chew Madinaveitia, Jorge Aguilar Valenzuela, Patricia Ramírez Baca

Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Juárez del Estado de Durango. Av. Artículo 123 s/n. Fracc. Filadelfia. C.P. 35010. Gómez Palacio, Durango, México.

RESUMEN

Las antocianinas de las frutas al ser consumidas proporcionan beneficios a la salud, de este modo el yogur adicionado con estos pigmentos puede ser usado como alimento funcional. Los extractos acuosos de antocianinas de higo fueron secados por aspersión usando maltodextrina con un equivalente de dextrosa (DE) de 30, empleando tres temperaturas de aire de salida. El pigmento en polvo se incorporó fácilmente y en forma homogénea en el yogur, sin que se observara la formación de puntos de color, durante los 25 días de evaluación. El tono o matiz (Hue) para los yogures adicionados con pigmento en polvo obtenido por aspersión fue cercano a 11°, que corresponden a un color rojo con tonalidad violeta (rojo profundo, de acuerdo a la escala de color CIEL *a*b*). Los yogures adicionados con pigmento en polvo obtenido por aspersión presentaron los colores más vivos (Croma). Además, aunque de manera visual, presentan el color y la pureza más cercanos a los de un yogur comercial sabor fresa. Es posible el uso de los pigmentos en polvo de cáscara de higo para colorear alimentos de acidez intermedia como el yogur natural.

Palabras clave: antocianinas, colorantes, yogur.

ABSTRACT

When fruits rich in anthocyanins are consumed provide color and health benefits, thus yogurt supplemented with these pigments can be used as functional food. The aqueous extracts were fig anthocyanin spray dried using maltodextrin with a

dextrose equivalent (DE) of 30, using three outlet air temperatures. The pigment powder is introduced easily and evenly over the yogurt, with no observable formation of dots of color, during 25 days of trial. The hue angle for yogurts with added pigment powder obtained by spray was about 11°, corresponding to a red color with violet tones (deep red, according to the color scale CIEL *a*b*). Yogurts with added pigment powder obtained by spray showed vivid color (Chroma). Furthermore, although visually, shows the color and purity closer to those of a commercial strawberry yogurt. It is possible to use pigments in fig shell powder coloring acid foods such as yogurt intermediate.

Key words: anthocyanins, colorants, yogurt.

INTRODUCCIÓN

Estudios epidemiológicos han sugerido asociaciones entre el consumo de alimentos ricos en polifenoles o bebidas y la prevención de enfermedades crónico-degenerativas (Steinmetz y Potter, 1996; Yang *et al*, 2001). Las antocianinas, una de las principales clases de flavonoides, parecen contribuir significativamente por sus poderosas propiedades antioxidativas (Vinson, 1998; Lepidot *et al*, 1999). Las antocianinas han sido consumidas por muchos años sin efectos adversos aparentes, tienen colores atractivos brillantes, y son solubles en agua, facilitando su incorporación en sistemas acuosos alimenticios (Markakis, 1982). Estas cualidades las hacen alternativas atractivas para su uso como colorantes naturales no sintéticos (Abers y Wrolstad, 1979; Markakis, 1982; Skrede *et al*, 1992).

Hay una fuente importante de colorantes naturales presentes en frutas rojas tales como cerezas, ciruelas, fresas, frambuesas, zarzamoras, uvas, pasas rojas y negras (Jackson *et al.*, 1978; Frankel *et al.*, 1995; Lepidot *et al.*, 1999). Las restricciones en el uso de colorantes sintéticos en alimentos ha conducido al interés en el uso potencial de antocianinas como un colorante alimenticio en bebidas, jarabes, jugos de frutas, gelatinas, mermeladas, helados, dulces de pasta y yogures. También, como en pasta dental, productos farmacéuticos, cosméticos y productos similares (Clydesdale y Francis, 1976; Durante *et al.*, 1995). Cai y Corke (2000) investigaron sobre la producción y propiedades de las betacianinas de amaranto secadas por aspersión, estos autores reportan que a temperaturas del aire de secado más altas resultó una mejor velocidad de secado más alta y una mejor productividad del polvo, pero por arriba de 180°C/96°C (entrada/salida) causó una mayor pérdida de betacianina e influyó en la estabilidad de almacenamiento del pigmento. Además, las temperaturas de 165 a 180°C/92 a 96°C y de 20 a 40% de contenido de sólidos en la alimentación fueron las mejores condiciones para la producción de pigmento en polvo de amaranto con menos degradación de pigmento. Maine *et al.* (1978) reportaron el secado por aspersión de concentrados de antocianinas para uso como colorantes naturales no sintéticos. Camire *et al.* (2002) estudiaron las antocianinas de arándano y de uva como colorantes para cereales para desayuno. Estos autores, concluyen que los cereales para desayuno aparentan ser un alimento deseable para la fortificación con antocianinas. A pesar de la pérdida durante la extrusión, cantidades suficientes de colorantes permanecen para producir un color púrpura. Salinas *et al.* (2005) investigaron sobre la extracción y uso de pigmentos del grano de maíz (*Zea mays* L.) como colorantes en yogur. Estos autores, reportan que los mayores cambios de color en los yogures pigmentados se observaron durante los primeros diez días de almacenamiento y consistieron en una reducción del tono rojizo, con disminución de la luminosidad y de la pureza del color. Sin embargo, estos cambios no

fueron evidentes a simple vista, por lo que es viable colorear alimentos de bajo pH con extractos de antocianinas obtenidas de los granos de maíz estudiados. El interés en el uso de los pigmentos de antocianinas como colorantes naturales no sintéticos, ha crecido dramáticamente en años recientes debido a su posible papel en la reducción del riesgo de enfermedades coronarias, cáncer y problemas cardiovasculares. La preferencia común por colorantes naturales no sintéticos, es debido a su inocuidad y excelente desarrollo. Varios colorantes sintéticos han sido prohibidos debido a que causan alergias o son cancerígenos (Chengaiyah *et al.*, 2010). El objetivo de este estudio fue adicionar el pigmento en polvo de antocianinas extraídas de la cáscara del higo, como colorantes en yogur natural.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material de estudio

Los higos azul-morado (*Ficus carica* L.) variedad Misión, cultivados por la Sociedad en Solidaridad Social "Higos del Nazas" (Ejido Álvaro Obregón, Municipio de Lerdo Durango, México) fueron adquiridos directamente de la planta procesadora de higo de dicha asociación. Los higos frescos fueron almacenados en un cuarto frío de 0-5°C conforme llegaban de la planta procesadora. Posteriormente, se separó la cáscara y la pulpa del fruto manualmente con un cuchillo. Una vez separadas las cáscaras, se almacenaron en un ultracongelador Ultra-Low Freezer C85-9 a -40°C aproximadamente en bolsas de plástico hasta el momento de ser analizadas.

Extracción de pigmentos de higo

El contenido de antocianina monomérica promedio fue de 196 mg/100 g de cáscara (base cianidina-glucósido). Los extractos acuosos de los pigmentos de higo fueron preparados de acuerdo a la metodología de Cai *et al.* (1998b) con algunas modificaciones: el material descongelado fue cortado en pequeñas piezas, después fueron pesados 50 g a los cuales se les adicionaron 100 mL de agua y fueron blanqueados y extraídos en un baño de

agua caliente (80°C, 3 min) y rápidamente enfriados en un baño de hielo, centrifugados y filtrados (contenido de sólidos 7%).

Método de Secado

El agente encapsulante (maltodextrina 30 DE) fue combinado con el extracto acuoso del pigmento y agitado para homogenizar la mezcla, la cual se alimentó al secador por aspersión. La mezcla final fue estandarizada a 20% de sólidos totales. La cantidad de maltodextrina usada fue de 16,25 g/100 mL de extracto. El contenido de sólidos fue medido usando un refractómetro manual. De uno a tres litros de la mezcla de alimentación fueron preparados para los propósitos de los diferentes experimentos. Las mezclas de alimentación fueron secadas por aspersión en un secador por aspersión experimental marca Buchi modelo B-191. El secador fue operado de acuerdo a las condiciones de la Tabla 1. El proceso de liofilización fue conducido para comparación con el secado por aspersión. Las mezclas de alimentación fueron congeladas en un ultracongelador Ultra-Low Freezer C85-9 (a -40°C) y liofilizadas en un liofilizador LABCONCO FreeZone 6 L (modelo 7753510) por 36 h. La mezcla liofilizada fue molida a polvo en un mortero.

Concentración de pigmento para colorear el yogur

Se midió el color de 3 marcas de yogur de fresa comercial (A, B y C) en términos de los parámetros L, a* y b* que se obtuvieron en un colorímetro Minolta CR-300. Se calculó el tono o hue por medio de la expresión $\arctan(b^*/a^*)$. El croma de cada yogur fue calculado como $[(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$. Se probaron tres concentraciones del pigmento en polvo de las cáscaras, secado por aspersión y liofilizado (0,8, 1,0 y 1,2 g/ 50 g de yogur, respectivamente). Los valores de tono o hue y croma de los yogures comerciales de fresa, se ubicaron en un rango de 17,1-28° para hue (correspondiendo a un color rojo, en la escala CIEL*a*b*) y 10,9-12,4 para croma (a valores más altos, colores más vivos). Se eligió como referencia el yogur de la marca "C" con valores de 17,1° y 10,9, para hue y croma, respectivamente.

Una vez obtenido el pigmento en polvo (secado por aspersión y liofilizado) se adicionó a un yogur natural en diferentes concentraciones (0,8, 1,0 y 1,2 g/50 g de yogur, respectivamente). Primero, se pesaron las cantidades correspondientes del pigmento en polvo obtenido de cada proceso, luego se midieron 10 mL de una solución de ácido láctico 3% y se mezcló junto con el polvo hasta su incorporación total (color rojo, de manera visual). Después, esta mezcla se adicionó a los 50 g de yogur natural y se agitó manualmente hasta su completa disolución. Finalmente, se evaluó la estabilidad del pigmento midiendo el color (Luminosidad, Hue y croma) y el pH cada 5 días durante 25 días de almacenamiento bajo refrigeración a 4°C ±2 en oscuridad. Los experimentos fueron reproducidos 3 veces. El diseño experimental fue unifactorial con tres niveles para la concentración del pigmento en polvo. Los datos fueron analizados usando un paquete estadístico STATISTICA 6.0 (StatSoft, Inc, 2002).

Adición y estabilidad del pigmento en el yogur

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Secado por aspersión

La temperatura de aire de entrada fue de 180 °C (Tabla 1). La tercera condición 180 °C de entrada y 92°C de salida resultó ser mejor para la obtención del pigmento en polvo de la cáscara del higo con propiedades visuales de este tipo de material. Main *et al* (1978), reportaron el uso del se-

Tabla 1. Condiciones de operación para el secado por aspersión de pigmentos de higo.

Table 1. Operating conditions for spray drying of fig pigments.

| Temperatura del aire de secado | | |
|--------------------------------|-------------|----------------------|
| Entrada (°C) | Salida (°C) | Vel. de alim. (mL/h) |
| 180 ± 2 | 80 ± 2 | 520 |
| 180 ± 2 | 90 ± 2 | 546 |
| 180 ± 2 | 92 ± 4 | 585 |

Velocidad de flujo de aire (L/h) 600 ± 50; presión de aire del compresor (bar) 8

cado por aspersión de concentrados de antocianinas para su adición como colorantes naturales no sintéticos. También Cai y Corke (2000), reportaron que a temperaturas de 165 a 180°C/92 a 96°C y 20 a 40% de contenido de sólidos en la alimentación fueron deseables para la producción de pigmento en polvo de betacianinas de *Amaranthus*. Con respecto al uso del agente encapsulante, Nayak y Rastogi (2010), concluyen que la maltodextrina fue encontrada a ser un aditivo de secado efectivo para la producción de microencapsulados de antocianinas de *Garcinia indica*. Con lo anterior, se confirma el secado por aspersión y el uso de maltodextrina como agente encapsulante en la obtención de pigmento en polvo de cáscara de higo.

Color de los yogures y estabilidad de las antocianinas

El pigmento se incorporó fácilmente y en forma homogénea en el yogur, sin que se observara la formación de puntos de color durante los 25 días de evaluación. Tampoco se observó sinéresis (separación de fases) del color o migración del colorante hacia el suero del yogur. Salinas *et al.* (2005), reportaron similar comportamiento con pigmentos de granos de maíz adicionados a un yogur natural, esto debido a la presencia de antocia-

ninas, responsables de la pigmentación de estos materiales. Como se puede observar en la Tabla 2, el color de los yogures adicionados con pigmento en polvo obtenido por aspersión y liofilizado presenta valores diferentes desde el tiempo cero, a pesar que las concentraciones usadas fueron las mismas para los dos métodos de secado. El valor de la luminosidad es mayor tanto en el control como en el yogur adicionado con polvo obtenido por aspersión con respecto al liofilizado, similar a los valores que arrojaron los yogures comerciales. Los valores de tono o hue para los yogures adicionados con polvo obtenido por aspersión fueron menores de 11°, que corresponden a un color rojo con tonalidad violeta, de acuerdo a la escala CIEL*a*b*. Sin embargo, estos valores estuvieron por debajo a los observados para los yogures comerciales, inclusive, para el de la marca "C" (17,1°). Cabe señalar, que los yogures comerciales usan una mezcla de colores sintéticos para alcanzar la tonalidad final de su producto, por lo que sería difícil que con un solo colorante natural se lograra igualarlos. A pesar de lo anterior y aunque de forma visual, el color alcanzado por el pigmento en polvo secado por aspersión es el que más se parece al del yogur de la marca "C". En el caso del yogur coloreado con el polvo obtenido por liofil-

Tabla 2. Color de los yogures con y sin adición con pigmento de higo obtenido por aspersión y liofilizado, al inicio y al final de la evaluación.

Table 2. Color yogurts with and without addition fig pigment obtained by spray drying and freeze drying, at the beginning and end of the evaluation.

| Tratamiento | Valores iniciales | | | Valores finales | | |
|-------------|-------------------|-------|-------|-----------------|-------|-------|
| | L | Hue | Croma | L | Hue | Croma |
| Control | 42,7 | 119,2 | 3,8 | 45,8 | 118,1 | 4,2 |
| ASP 0,8 g | 42,3 | 10,4 | 5,5 | 41,8 | 18,3 | 4,5 |
| ASP 1,0 g | 40,4 | 8,0 | 6,0 | 38,3 | 14,1 | 5,1 |
| ASP 1,2 g | 44,2 | 7,2 | 6,8 | 40,0 | 12,1 | 5,6 |
| LIO 0,8 g | 37,9 | 22,8 | 3,2 | 39,0 | 32,0 | 2,8 |
| LIO 1,0 g | 38,6 | 17,1 | 3,9 | 37,9 | 25,5 | 3,3 |
| LIO 1,2 g | 38,2 | 13,9 | 4,2 | 35,9 | 21,0 | 3,6 |
| Marca "A" | 43,8 | 24,8 | 12,4 | 43,8 | 24,8 | 12,4 |
| Marca "B" | 46,1 | 28,0 | 12,2 | 46,1 | 28,0 | 12,2 |
| Marca "C" | 49,1 | 17,1 | 10,9 | 49,1 | 17,1 | 10,9 |

ASP= aspersión, LIO= liofilización

zación, los valores del tono o hue fueron mayores a 14°, que corresponden a un color rojo dentro de la misma escala. Comparando estos resultados con los valores de los yogures comerciales, podríamos decir, que este polvo está más cerca del rango que presentan estos últimos, aunque, conforme se aumenta la concentración del pigmento en polvo, el valor de hue decrece. Para el caso de los valores de croma, se observaron colores más vivos en los yogures adicionados con pigmento en polvo obtenido por aspersión conforme se aumentó la concentración, no así para los yogures adicionados con pigmento en polvo obtenido por liofilización, esto debido posiblemente al efecto del método de secado. Con todo lo anterior, el pigmento en polvo de antocianinas obtenido por aspersión adicionado al yogur natural, presenta colores más vivos (croma), es decir, son más brillantes, que el pigmento en polvo obtenido por liofilizado, posiblemente por la adición del agente encapsulante, que protege los pigmentos. Con respecto al hue, el pigmento en polvo por liofilizado presenta un color instrumental similar al de los yogures comercia-

les, que el pigmento en polvo por aspersión. Bajo almacenamiento, el tono o hue presentó un ligero incremento entre los días 10 y 15, que se acentuó entre los días 20 y 25 de almacenamiento, como se puede observar en la Figura 1. Durante el tiempo de almacenamiento evaluado, los valores de croma decrecieron ligeramente tanto en los yogures adicionados con pigmento en polvo obtenido por aspersión como por liofilización (Figura 2). Se compararon los dos métodos mediante una prueba de *t* student, el resultado se observa en las Tablas 3 y 4. El incremento en el valor de tono indica que el color de los yogures cambió hacia un tono rojizo menos profundo. Se monitoreó el color en el yogur base empleado para los diferentes tratamientos, encontrando que el valor de tono se modificó ligeramente durante el período de evaluación, manteniendo un tono amarillento, por lo que los cambios observados en los yogures coloreados se atribuyen a la degradación de las antocianinas del extracto. De acuerdo con Camire *et al* (2002), algunos alimentos como los cereales para desayuno y yogures (Salinas *et al*, 2005) parecen ser deseables

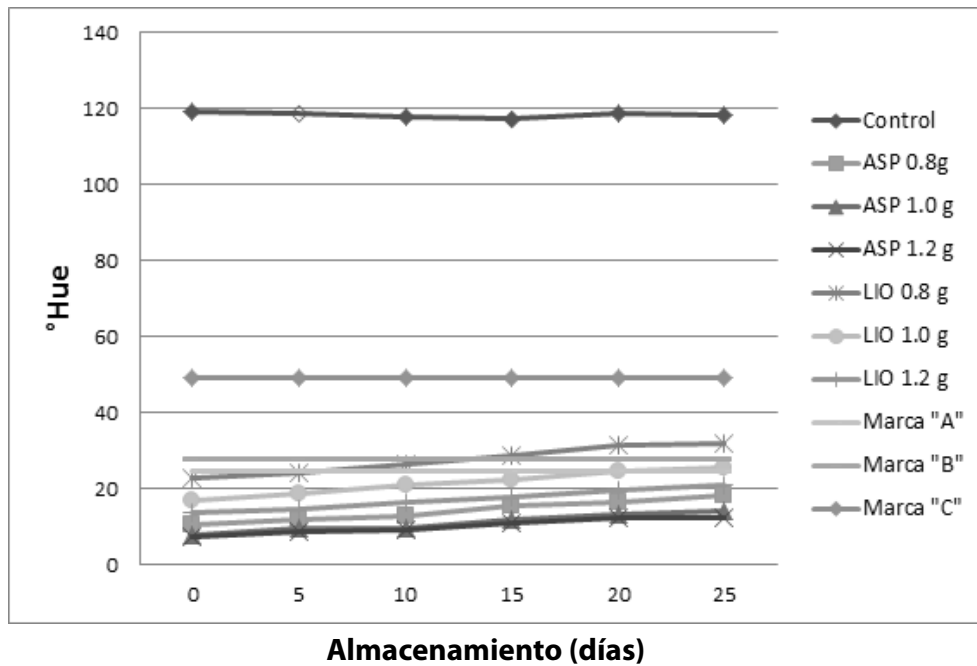


Figura 1. Estabilidad de yogur con y sin adición de pigmento en polvo de cáscara de higo obtenido por dos métodos diferentes, valorando hue. ASP = aspersión, LIO = liofilización

Figure 1. Stability of yogurt with and without addition of pigment in fig shell powder obtained by two different methods, evaluating hue. ASP = spray, LIO = freeze drying

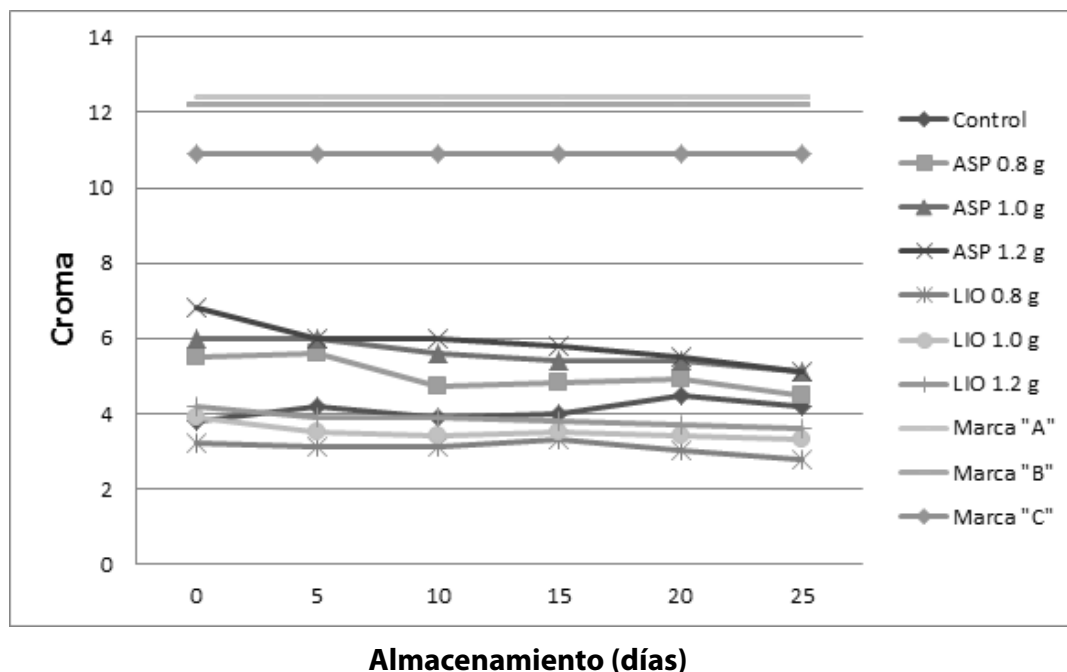


Figura 2. Estabilidad de yogur con y sin adición de pigmento en polvo de cáscara de higo obtenido por dos métodos diferentes, valorando croma. ASP = aspersión, LIO = liofilización

Figura 2. Stability of yogurt with and without addition of pigment in fig shell powder obtained by two different methods, evaluating chroma. ASP = spray, LIO = freeze drying

Tabla 3. Prueba de *t* student para la estabilidad del pigmento obtenido por aspersión y liofilizado, valorando hue.

Table 3. Student *t* test for the stability of the pigment obtained by spray drying and freeze drying, valuing hue.

| Tratamiento | Hue | |
|---------------|-----------------------|-----------------------|
| | 0 | 25 |
| Aspersión | 8,552667 ^a | 14,82611 ^a |
| Liofilización | 17,92764 ^b | 26,14471 ^b |

Medias con diferente letra son diferentes significativamente, $p = 0,000033$ $p = 0,000351$

para la fortificación con antocianinas. La concentración de 1,2 g de pigmento en polvo de cáscara de higo/50 g de yogur natural fue la mejor condición para colorear el yogur natural, ya que presenta el mejor comportamiento con respecto al color triestímulo.

CONCLUSIONES

Es posible obtener extractos acuosos a partir de cáscara de higo congelada. Los extractos acuosos pueden ser secados por aspersión me-

Tabla 4. Prueba de *t* student para la estabilidad del pigmento obtenido por aspersión y liofilizado, valorando croma.

Table 4. Student *t* test for the stability of pigment obtained by spray drying and freeze drying, valuing Chroma.

| TRATAMIENTO | Croma | |
|---------------|-----------------------|-----------------------|
| | 0 | 25 |
| Aspersión | 6,106043 ^a | 5,095020 ^a |
| Liofilización | 3,748196 ^b | 3,234544 ^b |

Medias con diferente letra son diferentes significativamente, $p = 0,000006$ $p = 0,000005$

dante la técnica de microencapsulación. El pigmento en polvo de cáscara de higo es adicionado a un yogur comercial natural (1,2 g/50 g yogur) para impartirle un color similar al de los yogures de fresa, de acuerdo a los valores obtenidos de hue y croma. La estabilidad del yogur adicionado fue de al menos 25 días de almacenamiento para cada uno de los tratamientos. La cáscara de higo (variedad misión), puede ser recomendada como fuente de colorante natural no sintético para colorear alimentos de acidez intermedia.

REFERENCIAS

- Abers, J. E.; Wrolstad, R. E. 1979. Causative factors of color deterioration in strawberry preserves during processing and storage. *Journal of Food Science*. 44:75-78, 81.
- Cai, Y. Z.; Sun, M.; Wu, H. X.; Huang, R. H.; Corke, H. 1998b. Characterization and quantification of betacyanin pigments from diverse *amaranthus* species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 46:2063-2070.
- Cai, Y. Z.; Corke, H. 2000. Production and properties of spray-dried *amaranthus* betacyanin pigments. *Journal of Food Science*. 65(6): 1248-1252.
- Camire, E. M.; Chaovanalikit, A.; Dougherty, P. M.; Briggs J. 2002. Blueberry and grape anthocyanins as breakfast cereal colorants. *Journal of Food Science*. 67(1): 438-441.
- Chengaiyah B., Mallikarjuna R. K., Mahesh K. K., Alagundaram M. y Madhusudhana C. C. 2010. Medicinal importance of natural dyes-a review. *International Journal of Pharmacology and Technology Research*, 2(1):144-154.
- Clydesdale, F. M.; Francis, F. J. 1976. Pigments. *En Principles of Food Chemistry, Part I, Food Chemistry*. Marcel Dekker (ed.), 1st ed. New York.
- Durante, M. J.; Pifferi, P. G.; Spagna, G.; Gilioli, E. 1995. Partial caracterización of *Vitis vinifera* grape var. ancellota. *Lebensm. Wiss. U. Technol*. 28:635.
- Frankel, E. N.; Waterhouse, A. L.; Teissedre, P. L. 1995. Principal phenolic phytochemicals in selected California wines and their antioxidant activity in inhibiting oxidation of human low-density lipoproteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 43:890.
- Jackson, M. G.; Timberlake, C. F.; Bridle, P.; Vallis, L. 1978. Red wine quality: correlation between color, aroma and flavor and pigment and other parameters of young beaujolais. *Journal of Science Food and Agricultural*. 29:715.
- Lepidot, T.; Harel, S.; Akiri, B.; Granit, R.; Kaner J. 1999. pH-dependent forms of red wine anthocyanins as antioxidants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 47:67.
- Main, J. H.; Clydesdale, F. M.; Francis, F. J. 1978. Anthocyanins and betalains. *En Natural Food Colorants* G. A. Hendry and J. D. Houghton (ed.), pp 202. Blackie and Son Ltd., Glasgow.
- Markakis, P. 1982. Stability of anthocyanins in foods. *En Anthocyanins as Food Colors*. P. Markakis (ed.). pp 1-38. New York: Academic Press.
- Nayak C. A. y Rastogi N. K. 2010. Effect of selected additives on microencapsulation of anthocyanin by spray drying. *Drying Technology*. 28:1396-1404.
- Salinas, M. Y.; Rubio, H. D.; Díaz, V. A. 2005. Extracción y uso de pigmentos del grano de maíz (*Zea mays* L) como colorantes en yogur. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 55(3).
- Skrede, G.; Wrolstad, R. E.; Lea, P.; Enersen, G. 1992. Color stability of strawberry and blackcurrant syrups. *Journal of Food Science*. 57:172-177.
- Steinmetz, K. A.; Potter, J.D. 1996. Vegetables, fruits, and cancer prevention: a review. *Journal of American Dietist Association*. 96:1027.
- Vinson, J. A. 1998. Flavonoids in foods as in vitro and in vivo antioxidants. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 439:151.
- Yang, C. S.; Landau, J. M.; Huang, M. T.; New-mark, H. L. 2001. Inhibition of carcinogenesis by dietary polyphenolic compounds. *Annual Review in Nutrition*. 21:381.