

El color en la calidad de los edulcorantes de la agroindustria panelera

Walter Quezada-Moreno^a, Irenia Gallardo^b, Marcia Torres^c

^aUniversidad de Cotopaxi. Barrio El Ejido. Latacunga, Ecuador ^bUniversidad Central Marta Abreu de las Villas.

Santa Clara, Villa Clara, Cuba. ^cUnidad Educativa Salinas. Salinas, panamericana norte - Ibarra, Ecuador

The quality color in sweeteners of panela agroindustry

El color en la qualitat dels edulcorants de l'agroindústria panelera

Recibido: 17 de marzo de 2014; revisado: 20 de mayo de 2015; aceptado: 26 de mayo de 2015

RESUMEN

El trabajo tiene como objetivo la determinación y evaluación del color de los derivados de la agroindustria panelera, como medida de control de calidad y aceptación o rechazo en el mercado. Para la miel hidrolizada, la panela y el azúcar natural, el color depende de la utilización o no de clarificantes naturales o químicos incorporados en el jugo de caña durante su proceso de fabricación. Se realiza un análisis experimental de determinación de azufre y color a diferentes muestras de los tres productos edulcorantes, utilizando espectrofotómetro y equipo de captación de color Capsure Palette X-rite, respectivamente. Los resultados obtenidos permiten determinar la autenticidad del color de la miel, panela y azúcar natural y establecer el color básico de calidad de los productos. Los colores de amarillo intenso a amarillo pálido con tonos verdosos y oliva, son aquellas que contienen azufre en la composición. Finalmente, se elabora un abanico colorimétrico para edulcorantes de la agroindustria panelera como alternativa de control de calidad basado en el color; para establecer la presencia o no de sustancias químicas prohibidas especialmente del hidrosulfito de sodio.

Palabras clave: Color, Calidad, Miel hidrolizada, Panela, Azúcar

SUMMARY

The paper has as objective the identifying and evaluating color derivatives panela agroindustry as a measure of quality control and acceptance or rejection on the market. For hidrolized honey, brown sugar and natural sugar, the color depends on the use or not of natural fining or incorporated into cane juice during the manufacturing process chemicals. Determining an experimental analysis of sulfur and color samples of three different sweetening products is performed by using spectrophotometer and color capture equipment Capsure Palette X -rite, respectively. The

results obtained allow the authenticity of color of hidrolized honey, brown sugar and natural sugar and set the base color of product quality. Intense colors yellow to pale yellow, are those containing sulfur in the composition. Finally, a color range for the sugarcane agribusiness sweeteners as an alternative quality control based on color; to establish the presence or absence of banned chemicals especially sodium hydrosulfite is made.

Keywords: Color, Quality, Hydrolyzed honey, Brown sugar, Sugar.

RESUM

El treball té com a objectiu la determinació i avaluació del color dels derivats de l'agroindústria panelera, com a mesura de control de qualitat i acceptació o rebuig en el mercat. Per a la mel hidrolitzada, la panela i el sucre natural, el color depèn de la utilització o no de clarificants naturals o químics incorporats en el suc de canya durant el seu procés de fabricació. Es realitza una anàlisi experimental de determinació de sofre i color a diferents mostres dels tres productes edulcorants, utilitzant espectrofotòmetre i equip de captació de color Capsure Palette X-rite, respectivament. Els resultats obtinguts permeten determinar l'autenticitat del color de la mel, panela i sucre natural i establir el color bàsic de qualitat dels productes. Els colors de groc intens a groc pàl·lid amb tons verdosos i oliva, són els que contenen sofre en la composició. Finalment, s'elabora un ventall colorimètric per edulcorants de l'agroindústria panelera com a alternativa de control de qualitat basat en el color; per establir la presència o no de substàncies químiques prohibides especialment el hidrosulfit de sodi.

Paraules clau: Color; qualitat; mel hidrolitzada; panela; sucre.

*Autor para la correspondencia: mfrancisco473@gmail.com; walterfqm@uclv.cu; Telf. (593) (6) 951 683

INTRODUCCIÓN

El color es una medida subjetiva e importante de calidad, en la aceptación o rechazo en el consumidor en la industria de alimentos. También puede determinarse por métodos objetivos como el modelo cromático CIE Lab, establecido por la Commission Internationale de d'Éclairage (CIE), donde $L^*a^*b^*$, son valores que se representan en el espacio de manera tridimensional [1][2]. El uso de colorímetro y espectrofotómetros, cámaras digitales y software con editor de imágenes, guías de color Pantone® especificadas y normadas son utilizadas en el estudio del color [3]. Es una respuesta mental al estímulo que una radiación luminosa visible produce en la retina [4]. La diversidad de colores, es como los gustos en la sociedad y en alimentos se rechazan los colores sintéticos que no se encuentran de forma natural en el mercado. El factor de calidad de un alimento pueden dividirse en tres grandes áreas: color, sabor y textura. Cada uno puede tratarse de modo objetivo, pero si el color es inaceptable, imposible valorar otros [5]. Es indicativo del estado sanitario, madurez, calidad nutricional, alteraciones térmicas, defectos, concentración y colorantes [6]. El color depende de la concentración y de la caramelización, que consiste en una oxidación pirolítica de algunos azúcares que genera compuestos coloreados de sabor agradable [5][7][8], y la temperatura es un medio para que se origine lo indicado. El color y apariencia, son características que deben ser aprehendidas para la miel hidrolizada, panela y azúcar natural. La agroindustria panelera juega un papel trascendente en el desarrollo rural y es la de mayor tradición en América Latina y el Caribe [9]. La preferencia de productos orgánicos de calidad, nutritivos, naturales y ecológicos, va en aumento en los mercados, donde los procesos tienen que mejorar con la finalidad de fortalecer, dinamizar e incrementar las unidades de producción, para que sean más rentables. La calidad es definitorio en la compra del producto. Un alimento de calidad siempre es inocuo y un alimento inocuo no siempre es un producto de calidad, pues el color se asocia a la calidad y es indicativo de la presencia o no de sustancias químicas en el producto. El color es un factor predominante en la calidad de la panela y en la India es usado como criterio de clasificación de este producto [10]. Jugos de la caña limpios, influye de manera fundamental en la calidad de la miel, panela y azúcar. Al reducir la cantidad de sólidos insolubles se mejora el color, olor y la presentación [11]. La calidad de la panela y azúcar natural están ligeramente normalizados [12], pero el color de estos y de la miel, no.

Al utilizar sustancias naturales mucilaginosas mejora notablemente el color del jugo y productos como miel hidrolizada, panela y azúcar natural. Un criterio de calidad erróneo es el color blanquecino de la panela, que se logra con la incorporación de aditivos no permitidos como el hidrosulfito de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) conocido como sulfoclarol, que es una sal binaria, tóxica y riesgosa para la salud [13]. Para el jugo de caña, es decolorante al pasar la solución de oscura a amarilla. El control de uso de esta sustancia aún es incierto, pues depende de la ética del productor y conocimiento del consumidor. El uso de abanicos colorimétricos se está generalizado y particularizado para cada producto y alimento, de ahí la importancia en el control del color.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron muestras de panela y azúcar natural de diferentes tonos de colores obtenidas en varios mercados de las provincias del Ecuador continental y agrupadas por el color. Para el estudio, las muestras que se valoraron fueron: 37 de panela, 25 de azúcar natural y 11 de miel.

Para la miel hidrolizada, al no existir la cultura de producir este producto en las paneleras, se elaboraron cinco muestras con jugos clarificados con mucilagos. Cuatro muestras con jugos clarificados en factorías, donde es común el uso de químicos (hidrosulfito de sodio) para su posterior concentración hasta punto de miel y dos muestras de miel elaboradas por el mercado local, eventualmente producidas de forma artesanal. Para la miel hidrolizada de caña, se trata el jugo, se incorpora ácido, se concentra hasta valores similares de sólidos solubles a la miel de abejas y envasa, tal como se aprecia en la figura 1.



Figura 1. Miel hidrolizada

Para la determinación de azufre como sulfato, se llevan las muestras a cenizas, se trata con dilución en ácido clorhídrico y se mide con el ESPECTROFOTÓMETRO NOVA 60.

La valoración del color, se trabaja con un equipo digital Colours Group, Capsure Palette X-rite de la compañía PANTONE LCC [14] con software incorporado. La lectura se basa en el modelo cromático CIE-Lab, que se representa tridimensionalmente en las coordenadas positivas $L^*a^*b^*$, y que corresponden a los colores blanco, rojo y amarillo respectivamente. El equipo capta el color del producto, lo compara con la gama de colores incorporada y define el nombre del color. Finalmente, se construye el abanico colorimétrico según los colores seleccionados por el equipo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los colores captados en las muestras, se resumen en las imágenes de la figura 2 de los tres productos, como ejemplo modelo.

Se observa que todos los colores de los productos se ubican tridimensionalmente en el cuadrante donde la coloración está entre el amarillo, rojo y marón y que cada muestra tendrá en ese cuadrante el color según la ubicación del puntero, cuyo valor real dependerá de las dimensiones de $L^*a^*b^*$, que registre el equipo.

Miel hidrolizada

Los resultados de azufre, color y las dimensiones de $L^*a^*b^*$, se muestran en la tabla 1.

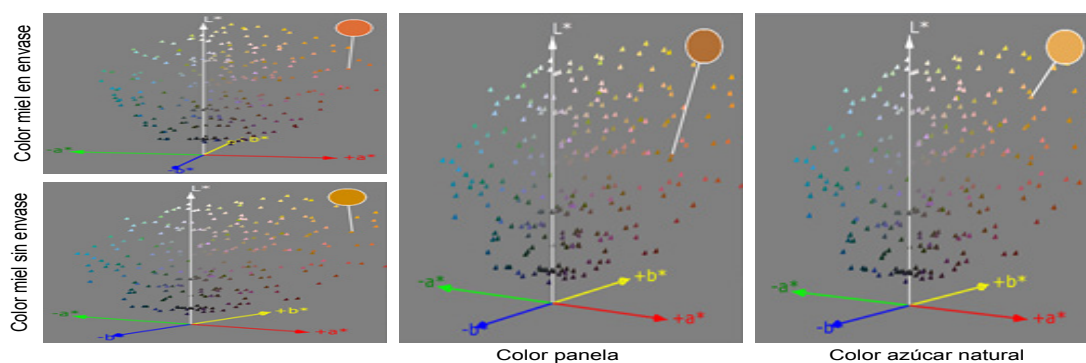


Figura 2. Visualización 3D, del color captado en los productos.

Tabla 1. Valoración de color y azufre en la miel hidrolizada

Código	Color	SO ₄ ⁻ ppm	Nombre del color según Capsure	Cie		
				L*	a*	b*
M1		0	Anaranjado rojizo profundo*	60,2	47,6	64
M2		0	Anaranjado rojizo vivo*	44,6	40,1	48
M3		0	Anaranjado rojizo fuerte*	59,7	42,6	50,8
M4		0	Amarillo anaranjado fuerte**	74	20,9	73,7
M5		0	Amarillo fuerte**	73,7	8	64,2
M6		149	Amarillo verdoso fuerte	72,8	-5	64,9
M7		150	Amarillo verdoso brillante	88,5	-5,3	68,8
M8		156	Amarillo verdoso vivo	82,8	-3,8	81,5
M9		172	Amarillo verdoso claro	89,5	-4,6	52,4
M10		0	Marrón moderado	37,3	12	21
M11		0	Marrón grisáceo oscuro	22,3	4,4	6,6

*Miel natural en envase. **Miel natural sin envase.

Las mieles que pertenecen a las muestras 1, 2, 3, 4 y 5, fueron tratados los jugos con mucilagos de las planta de yausabara y yausa, reportan colores de aspecto claro y brillante, adquiriendo un color rojizo, debido al efecto del ácido incorporado en el proceso, destacando que las tres primeras son valoradas dentro de envase de vidrio y la 4 y 5, evaluadas sin envase. Estas muestras presentan características de calidad en cuanto al olor, sabor y especialmente color.

La presencia de azufre en muestras de color amarillo verdoso en todos sus tonos contiene azufre (SO₄⁻) y la relación color-azufre se evidencia en muestras que proporcionan valores negativos en la dimensión de la coordenada a*. El color marrón se debe a descuidos en el control de variables en el proceso, como sucede en la mayoría de las factorías que operan en el país.

Panela

La diversidad de colores de la panela ecuatoriana tal como se muestra en la tabla 2, se debe fundamentalmente a que en las etapas de fabricación del producto, se operan sin criterios de calidad.

El color amarillo claro, amarillo o marrón con tonos verdosos y oliva, se debe a la cantidad de hidrosulfito de sodio incorporado al producto en la etapa de clarificación, que se evidencian por valores bajos positivos y negativos especialmente, en la coordenada a* obtenida tridimensionalmente. El color natural de los alimentos se trata de un parámetro sensorial que más influye en la aceptabilidad, pero en el proceso, el mismo no perdura. Las causas de los colores en los alimentos pueden ser por las sustancias propias de forma natural, mediante reacciones químicas y enzimáticas que sintetizan nuevos compuestos, responsables de la aparición de más colores en el alimento, por ejemplo la Reacción de Maillard [6][7], o por la presencia de colorantes añadidos como aditivos. Panelas de color anaranjado con sus tonos que no contienen azufre, se de-

ben a estas reacciones o por los procesos de purificación o clarificación natural, según la especie vegetal.

El color marrón en diversos tonos en las panelas es indicativo de concentraciones elevadas a las que se ha llevado la miel en el proceso, sean tratados los jugos con sustancias químicas o no y del tiempo de batido.

Tabla 2. Valoración de color y azufre en la panela

Código	Color	SO ₄ ⁻ ppm	Nombre del color según Capsure	Cie		
				L*	a*	b*
P1		133	Marrón oliva claro	51	10,8	52,5
P2		125	Amarillo oliva claro	51	10,8	52,5
P3		226	Oliva claro	52,2	-1,3	39,4
P4		172	Marrón oliva moderado	37,8	7,2	35,3
P5		0	Amarillo moderado	72,6	6	45,5
P6		0	Amarillo anaranjado oscuro	62,8	15,3	50,4
P7		0	Amarillo anaranjado profundo	63,1	20,9	70,2
P8		0	Amarillo anaranjado brillante	83,7	17	66,3
P9		0	Amarillo anaranjado fuerte	74	20,9	73,7
P10		0	Amarillo fuerte	73,7	8	64,2
P11		0	Amarillo profundo	61	8,6	62,2
P12		0	Amarillo oscuro	61,7	5,4	44,6
P13		0	Amarillo grisáceo oscuro	60,3	3,7	28,1
P14		0	Marrón amarillento fuerte	49	16,6	52,1
P15		0	Anaranjado castaño	53,5	23,5	42,6
P16		0	Anaranjado brillante	74,5	33,4	65,6
P17		0	Anaranjado rojizo moderado	59,5	33,2	37,7
P18		0	Anaranjado rojizo profundo	60,2	47,6	64
P19		0	Anaranjado rojizo oscuro	44,5	31,4	35,5
P20		0	Anaranjado rojizo vivo	44,6	40,1	48
P21		249	Amarillo claro	89,3	4,2	50,6
P22		216	Amarillo verdoso fuerte	72,8	-5	64,9
P23		224	Amarillo verdoso profundo	59,9	-3,6	63,4
P24		256	Amarillo verdoso brillante	88,5	-5,3	68,8
P25		258	Amarillo verdoso vivo	82,8	-3,8	81,5
P26		354	Amarillo verdoso claro	89,5	-4,6	52,4
P27		272	Amarillo verdoso moderado	72	3,1	45,9
P28		0	Marrón amarillento grisáceo	47,7	4,9	14
P29		0	Marrón moderado	37,3	12	21
P30		0	Marrón fuerte	38,2	22,7	38,7
P31		0	Marrón anaranjado profundo	33,3	11	28,2
P32		0	Marrón amarillento moderado	46,1	8,2	25
P33		0	Marrón amarillento fuerte	49	16,6	52,1
P34		0	Marrón anaranjado oscuro	25,2	7,7	18,1
P35		0	Marrón amarillento grisáceo oscuro	26,7	4,2	8,8
P36		0	Marrón grisáceo	36,5	6,5	9,7
P37		0	Rojo grisáceo	29,1	9,8	4,2

Muestras de color amarillo profundo oscuro y anaranjado en diversos tonos, es revela que se ha producido bajo condiciones de clarificación natural y de un control adecuado de parámetros del proceso y que tienen aceptación por la calidad del producto.

Azúcar natural

En la tabla 3, se muestran resultados del color y de azufre con sus valores según las dimensiones de las coordenadas tridimensional de CIEL*a*b* reportados en cada una de las muestras.

Tabla 3. Valoración del color y azufre en el azúcar natural

Código	Color	SO ₄ ²⁻ ppm	Nombre del color según Capsure	L	a	b
A1		0	Amarillo oscuro	61,7	5,4	44,6
A2		0	Amarillo moderado	72,6	6	45,5
A3		0	Amarillo profundo	61	8,6	62,2
A4		0	Amarillo fuerte	73,7	8	64,2
A5		0	Amarillo anaranjado fuerte	74	20,9	73,7
A6		0	Amarillo anaranjado vivo	76,5	23,3	81,8
A7		0	Amarillo anaranjado profundo	63,1	20,9	70,2
A8		0	Amarillo anaranjado brillante	83,7	17	66,3
A9		0	Amarillo anaranjado oscuro	62,8	15,3	50,4
A10		0	Amarillo grisáceo oscuro	60,3	3,7	28,1
A11		0	Amarillo grisáceo	73,2	3	28,1
A12		0	Marrón anaranjado profundo	33,3	11	28,2
A13		0	Marrón moderado	37,3	12	21
A14		0	Marrón amarillento moderado	46,1	8,2	25
A15		128	Amarillo oliva claro	51	10,8	52,5
A16		145	Marrón oliva moderado	37,8	7,2	35,3
A17		164	Amarillo verdoso grisáceo	72,7	-2,3	28,9
A18		173	Oliva claro	52,2	-1,3	39,4
A19		208	Amarillo pálido	91	1,1	30,3
A20		180	Amarillo verdoso moderado	72	-3,1	45,9
A21		185	Amarillo verdoso fuerte	72,8	-5	64,9
A22		211	Amarillo verdoso profundo	59,9	-3,9	63,4
A23		221	Amarillo brillante	88,3	5,7	64
A24		175	Amarillo vivo	82	11	83,6
A25		185	Amarillo anaranjado brillante	83,7	17	66,3

Las muestras de azúcar con tonalidades de colores de mayor aceptación corresponden desde la A1 a la A14, donde no existe azufre en la muestra. Muestras de azúcar con contenidos altos de sulfato se evidencian para coloraciones amarillas con tonos pálido, brillante, vivo, verdoso, oliva y marrón con tono oliva (muestras de la A15 a la A25). Al interpretar la información de las gráficas tridimensional en 3D, se observa en la mayoría de las muestras, la presencia de azufre en los tres productos se pertenecen cuando los valores en la coordenada a* son negativos especialmente.

La gama de colores del abanico colorimétrico pertenecen a la miel hidrolizada (producto nuevo), panela y azúcar natural y corresponden a todos los colores encontrados en estos productos, tal como se muestra en la figura 3.

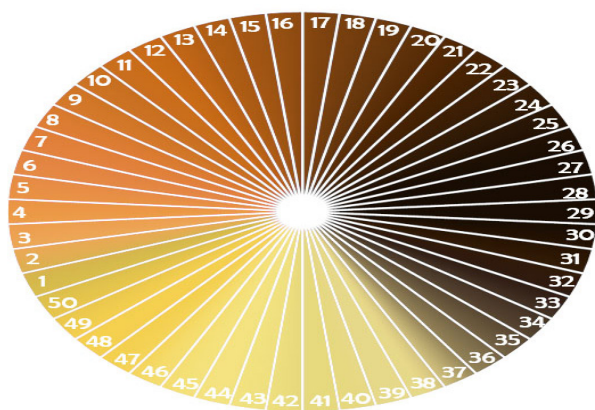


Figura 3. Abanico colorimétrico para la determinación del color en los edulcorantes

La presencia de azufre en miel hidrolizada, panela y azúcar natural se evidencia en el color amarillo claros o marrón con tonos verdosos, oliva, que corresponden al abanico colorimétrico desde los números 31 al 50 incluido el 1 y 2. Colores desde 3 a 24, corresponden a productos clarificados sin la presencia de sulfoclarol y a partir de éste hasta el 30, son productos sin clarificación alguna o no

se controla variables en el proceso. El color marrón verdoso oscuro a claro (31 a 37) es indicativo que existe clarificación con sustancias químicas azufradas o se ha incorporado un exceso de hidróxido de calcio, conocido como lechada de cal, donde el color oscuro depende de la mayor cantidad de la cal incorporado. Organolépticamente la panela debe ser de color café claro a pardo oscuro, el azúcar natural café claro a pardo claro y la miel hidrolizada de color amarillo ámbar al hacerla chorrear y color vino en frasco, sin presencia de azufre en el la panela y azúcar natural [13]. Establecer el color o colores de estos productos, que indiquen la no presencia de sustancias químicas en el proceso, debe ser objeto de investigaciones a nivel mundial en esta agroindustria.

CONCLUSIÓN

El abanico colorimétrico para la agroindustria panelera (ACAP), construido bajo el método basado en la escala de colores CIE-Lab utilizando el Pantone Palette X-rite, constituye una herramienta útil para el sector panelero y organismos de control con fines de aplicación ejecutiva, ya que condensa información en cuanto al color de la miel hidrolizada, panela y azúcar obtenido por el método natural, permitiendo valorar la calidad del producto en cuanto a la presencia o no de sustancias químicas prohibidas especialmente del hidrosulfito de sodio en forma de (SO₄²⁻).

BIBLIOGRAFÍA

1. Cabrera Valido H.M.; Pérez Olivero S.J.; Rodríguez Delgado M.A.; Conde González J.E. y Pérez Trujillo J.P. Determinación de las coordenadas CIE-Lab y otros parámetros influyentes en el color en vinos tintos de las Islas Canarias. Universidad de La Laguna. Tenerife, 2005.
2. HunterLab. CIE L*a*b* color scale. Application note. Insight on color. July 1-15 1996. Vol. 8, N°7, 2007.
3. Padrón C. Sistema de visión computarizada y herramientas de diseño gráfico para la obtención de imágenes de muestras de alimentos segmentadas y promediadas en coordenadas CIE-L*a*b*. Agronomía Costarricense 33(2): 283-301. ISSN: 0377-9424 / 2009 Costa Rica. 2009. 284, 285,287p
4. Delmoro J.; Muñoz D.; Nadal V.; Clementz A.; Pranzetti V. El color en los alimentos: Determinación de color en mieles. Redalyc. 2010, 146p. PDF. <http://www.redalyc.org/pdf/877/87715116010>. [Consulta: Octubre, 2013].
5. Campos J.; Hita E.; Melgosa M.; Artigas J.M.; Capilla P.; Felipe A.; Verdú F.M.; Pujo J.; Negueruela I.; Jiménez del Barco L. Avances y tendencias recientes en colorimetría. Óptica pura y aplicada. Vol. 30. No 2, 1997. 25p.
6. Contreras C. Influencia del método de secado en parámetros de calidad relacionados con la estructura y el color de manzana y fresa deshidratadas. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. España. 2006. 179p.
7. Ronda F. Química del color en los alimentos. Más química, mejor vida. Tecnología de Alimentos. Universidad de Valladolid. 2010. 51,67p. PDF.

-
8. <http://recursos.crfptic.es:9080/jspui/bitstream/recursos/55/9/8%20Color%20alimentos.pdf>. [Consulta: Diciembre, 2013].
 9. Carranza R. Tecnología para la Exportación. Medición del Color de los Alimentos. 2000. 3p. <http://es.scribd.com/doc/6013108/El-color-de-los-Alimentos>. PDF. [Consulta: Diciembre, 2013].
 10. Rodríguez G y col. Panela production as a strategy for diversifying incomes in rural area of Latin America. AGSF. Working Document 6. FAO. Roma. 9. 2007.
 11. Guerra y Mujica. Physical and chemical properties of granulated cane sugar "panelas". Artículo científico, 2009. PDF.
 12. Prada L. Mejoramiento y calidad de la panela. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. PRONATTA-CORPOICA-CIMPA. Colombia, 2002. 6p.
 13. NTE INEN 2331 y 2332. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica Ecuatoriana. Panela Solida y granulada. Requisitos. Primera edición. Quito, 2002.
 14. Quezada W. Guía técnica de Agroindustria Panelera. Guía de estudio. Universidad Técnica del Norte. Creadores Gráficos. ISBN 978-9942-01-328-6. Ibarra. Ecuador, 2007. 48, 66p.
 15. CAPSURETM. Guía de uso de la aplicación Capsure Palette. Group, Capsure Palette X-rite de la compañía PANTONE LCC, 2010. 30p.
 16. Gimferrer N. El color natural de los alimentos. España, 2008. <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2008/08/13/178845.php> . [Consulta: Noviembre, 2013].