

Obtención de antocianinas de la Brassica oleracea var. Capitata para el uso en alimentos



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v5i1.1067>

Ciencias técnicas y aplicadas
Artículo de investigación

Obtención de antocianinas de la Brassica oleracea var. Capitata para el uso en alimentos

Obtaining anthocyanins from Brassica oleracea var. Capitata for food use

Obtenção de antocianinas de Brassica oleracea var Capitata para uso alimentar

Adriana Isabel Rodríguez-Basantes ^I
adriana.rodriguez@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-2532-6504>

Cristian José Esparza-Bonilla ^{II}
esparza@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6757-3952>

Iván Fernando Huacho-Chávez ^{III}
ivan.huacho@epoch.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-3144-3379>

Recibido: 29 de septiembre de 2019 ***Aceptado:** 25 de octubre de 2019 * **Publicado:** 12 de noviembre de 2019

- ^I Docente de la Facultad de Salud Pública en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Grupo de Investigación y Desarrollo Ambiental GIADE-ESPOCH, Riobamba, Ecuador.
- ^{II} Docente Investigador de la Facultad de Ciencias Pecuarias en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Grupo de Investigación y Desarrollo Ambiental GIADE-ESPOCH, Riobamba, Ecuador.
- ^{III} Docente Investigador en la Unidad de Admisión y Nivelación en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Grupo de Investigación y Desarrollo Ambiental GIADE-ESPOCH, Riobamba, Ecuador.

Resumen

Los seres humanos al consumir colorantes sintéticos son afectados en su salud, por lo que se procura el uso de colorantes naturales obtenidos de frutas, vegetales y plantas, que además de tener costos bajos, son saludables. Esta investigación tiene como objetivo la extracción de colorantes naturales a partir de la hoja de Brassica oleracea var. capitata para el uso en la industria alimenticia. se realizó el análisis sensorial y proximal (proteínas, cenizas, fibra y humedad) de la materia prima, posteriormente se procedió con la extracción del pigmento en el equipo de soxhlet alimentado material vegetal fresco, etanol y ácido cítrico, el extracto obtenido se llevó al Rotavapor BÜCHI 461 Water Bath para separar el pigmento y el etanol; el colorante líquido fue sometido a un análisis físico, químico y microbiológico, y el restante fue alimentado a un secador por atomización obteniéndolo en polvo el pigmento natural antocianina. Finalmente se realizó el análisis físico-químico, microbiológico y la aplicabilidad en un yogurt natural. Los resultados obtenidos muestran que existe mayor rendimiento de extracción del colorante natural en materia vegetal fresca que en la seca, además tiene menor tiempo de extracción.

Palabras clave: Alimentos; antocianinas; colorantes naturales; extracción.

Abstract

Humans by consuming synthetic dyes are affected in their health, so the use of natural dyes obtained from fruits, vegetables and plants, which in addition to having low costs, are healthy. This research aims to extract natural dyes from the Brassica oleracea var. capitata for use in the food industry. Sensory and proximal analysis (proteins, ashes, fiber and moisture) of the raw material was carried out, then the pigment was extracted in the soxhlet equipment fed fresh plant material, ethanol and citric acid, the extract obtained was taken to the Rotavapor BÜCHI 461 Water Bath to separate pigment and ethanol; The liquid dye was subjected to a physical, chemical and microbiological analysis, and the rest was fed to a spray dryer to obtain the natural anthocyanin pigment powder. Finally, the physical-chemical, microbiological and applicability analysis was performed in a natural yogurt. The results obtained show that there is a greater yield of extraction

Obtención de antocianinas de la Brassica oleracea var. Capitata para el uso en alimentos

of the natural dye in fresh vegetable matter than in the dry one, in addition it has less time of extraction.

Keywords: Food; anthocyanins; natural dyes; extraction

Resumo

Os seres humanos no consumo de corantes sintéticos são afetados em saúde, por exemplo, se você usar o uso de corantes naturais obtidos por frutas, vegetais e plantas, que adere a custos adicionais, filhos e saúde. Esta investigação tem como objetivo a extração de corantes naturais a partir da hoja de Brassica oleracea var. capitata para uso na indústria alimentar. se realizar a análise sensorial e proximal (proteínas, cenizas, fibra e coletor) da matéria prima, posteriormente, proceda com a extração do pigmento no equipamento do soxhlet material alimentar fresco vegetal, etanol e ácido cítrico, o extrato obtenido se desejar Banho-maria Rotavapor BÜCHI 461 para separar pigmento e etanol; o líquido líquido colorido como um analítico físico, químico e microbiológico, e o restante líquido alimentado para um secador por atomização obtenida no polvo do pigmento natural antocianina. Finalmente, realize o exame físico-químico, microbiológico e aplicável em um iogurte natural. Os resultados obtidos mostram que existe maior recuperação de extração do corante natural em matérias-primas vegetais frescas que na seca, além de ter menor tempo de extração.

Palavras-chave: Alimentos; antocianinas; colorantes naturais; extração.

Introducción

Los colorantes (Brito & et al, 2019) son estructuras químicas que se utilizan por sus propiedades de coloración (Brito & et al, Colorantes naturales para uso alimenticio, 2019), se los clasifica en naturales (origen vegetal, animal o mineral) y artificiales (modificados física o químicamente), resaltan el color original o también proporcionan nuevas coloraciones (Figuroa & et al, 2011) y son utilizados en la industria de alimenticios, fármacos, cosméticos, textiles, entre otros, su finalidad es mejorar la presentación al consumidor.

Obtención de antocianinas de la Brassica oleracea var. Capitata para el uso en alimentos

En el grupo de colorantes naturales (Brito & et al, Obtaining Beet Betacyanins (Beta vulgaris), 2019) se encuentran las antocianinas (Ac), que son pigmentos hidrosolubles de una coloración que va del rojo al azul, por sus colores atractivos han ganado interés en la industria de alimentos, se ubica en la composición química de productos agrícolas como los arándanos, cebollas rojas, cerezas, ciruelas, fresas, frambuesas, rábanos, uvas, col morada, camote morado, baya de sauco, zanahoria negra y la mazorca de maíz morado, mismos que se convierten en una excelente fuente para la extracción de pigmentos que son utilizados como colorantes para alimentos y que son aprobados por las normas alimentarias en diversos países. Por este motivo se ha generado el interés de realizar la investigación para la extracción del colorante natural a partir de la hoja de Brassica oleracea var. capitata (Kamiloglu & et al, 2015) para el uso en la industria alimenticia, para lo cual, se inició con el análisis de proteínas con un valor de $1,69 \pm 0,03$; cenizas con $1,46 \pm 0,01$; fibra con $0,7 \pm 0,02$ y la humedad (Sánchez, 2013) con $90,69 \pm 0,01$; posteriormente se procede con la extracción del pigmento en el equipo de soxhlet con una alimentación de 50 g de material vegetal fresco y 400 mL de solvente etanol 90 % - ácido cítrico 0,03 % se extrae $365 \pm 1,00$ mL de colorante natural, en un tiempo de $252 \pm 0,58$ min., con un rendimiento en porcentaje de volumen de $14 \pm 0,25$ % y con materia seca (Brito H. , Texto Básico de Operaciones Unitarias III, 2001) se la realiza a partir de 7,65 g y 400 mL de solvente etanol (Brito H. , Texto Básico de Operaciones Unitarias II, 2001) 90 % - ácido cítrico 0,03 % se extrae $369 \pm 1,00$ mL de colorante natural, en un tiempo de $356 \pm 0,58$ min., con un rendimiento en porcentaje de volumen de $12,25 \pm 0,25$. Finalmente se efectúa la degustación, obteniendo como resultado que 1,5 mL de pigmento natural (Brito & et al, Colorantes naturales para uso alimenticio, 2019) es suficiente para dar color a 100 mL de yogurt natural, dando color rosa pálido que es similar al de la muestra testigo, dando una puntuación de 50 % en su color en fresco y 80 % en seco.

Como resultado de la investigación se establece que la concentración de antocianinas (Brito & et al, Obtaining Beet Betacyanins (Beta vulgaris), 2019) es mayor en material seco con un valor de 186,36 mg/L a una longitud de onda de 535 nm que en fresco con un valor de 93,85 mg/L con una

Obtención de antocianinas de la Brassica oleracea var. Capitata para el uso en alimentos

longitud de onda de 542 nm, valores que se encuentran en el rango de la estructura química de la molécula de antocianinas (Garzón, 2008).

Materiales y Métodos

Análisis proximal de la materia prima: Se procedió con la cuantificación del contenido de humedad en una estufa PROINGAL por la técnica gravimétrica a una temperatura de 105 ± 3 °C, las cenizas se las determina en una mufla IVYMEN SYSTEM a una temperatura de 505 ± 3 °C, fibra en base a la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN-542) y proteína con la Normativa de Asociación Oficial de Químicos Agrícolas (AOAC 984.13A).

Material vegetal: Luego de la asepsia para retirar posibles impurezas, se procedió con el pelado de la cáscara de la col morada con una solución de metabisulfito de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) al 1% (P/V) para evitar su pardeamiento enzimático, se cortaron hojas de col morada. Se utilizó 50 g de material vegetal fresco y secado que se obtuvo en un secador de bandejas “TIPO ARMARIO” a una temperatura de 45 °C.

Extracción: Se aplicó el método de soxhlet, utilizando como solvente una solución acidificada de etanol 90 % - ácido cítrico 0,03 % (P/V), posteriormente el extracto fue concentrado en un rotava por BÜCHI 461 WATER BATH a 50 ± 5 °C, de esta manera se obtuvo solo el colorante natural.

Aplicación: En envases plásticos aptos para productos lácteos, se añadió 100 mL de yogurt natural y se dosificaron 0,5 mL, 1 mL y 1,5 mL, a 3 muestras por cada colorante natural tanto de material vegetal fresco y seco, se midió el pH inicial del yogurt y después de la aplicación de los colorantes, se efectuó el análisis organoléptico y la estabilidad de pH en las muestras cada 5 días durante 25 días de almacenamiento de 6 – 8 °C.

Aceptabilidad: Se aplicó encuestas para la degustación de las muestras en una población de 30 estudiantes de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, para determinar la aceptabilidad de las características organolépticas de las muestras de yogurt teñidos con colorantes naturales.

Obtención de antocianinas de la Brassica oleracea var. Capitata para el uso en alimentos

Resultados y Discusión

Análisis proximal de la materia prima

La tabla 1 refleja los resultados del análisis proximal de los productos agrícolas en estudio:

Tabla 1 Análisis proximal

No.	Parámetro	Unidad	Col morada	
			V _E	V _T
1	Humedad	%	90,69±0,01	90,7
2	Cenizas	%	1,46±0,01	1,5
3	Fibra	%	0,7±0,02	0,7
4	Proteína	%	1,69±0,03	1,7

(a)= Promedio n =2, (b)= Desviación estándar de n=2, (VT)= Valor teórico, (VE)= Valor experimental

El contenido de humedad es de $90,69 \pm 0,01$ a una temperatura de 105 ± 3 °C, el valor de las cenizas de $1,46 \pm 0,01$ a una temperatura de 505 ± 3 °C, la fibra es de $0,7 \pm 0,02$ y la proteína tiene un valor de $1,69 \pm 0,03$; resultados que cumplen las normas técnicas NTE INEN 1334-2, de esta manera se determina que el producto agrícola es de excelente calidad para extraer los colorantes.

Tabla 2 Extracción del colorante

No.	Parámetro	Valor	
		Fresco	Seco
1	Parte vegetal utilizada	Hoja	Hoja

Obtención de antocianinas de la Brassica oleracea var. Capitata para el uso en alimentos

2	Cantidad (g)	50±0,00	7,65±0,01
3	Solvente (mL)	400±0,00	400±0,00
4	Tiempo de extracción (min)	252±0,58	356±0,58
5	Extracto (mL)	365±1,00	369±1,00
6	Tiempo de concentración (min)	124±1,00	110±1,00
7	Solvente recuperado (mL)	234±0,58	305±0,58
8	Colorante (mL)	56±0,58	49±1,00
9	Rendimiento (%)	14±0,25	12,25±0,25

(a) = Media de repeticiones n = 3, (b) = Desviación estándar n = 3

A partir de 50 g de material vegetal fresco y 400 mL de solvente etanol 90 % - ácido cítrico 0,03 % se extrae 365±1,00 mL de colorante natural, en un tiempo de 252 ± 0,58 min., con un rendimiento en porcentaje de volumen de 14 ± 0,25 %, en cuanto a la materia seca se la realiza a partir de 7,65 g y 400 mL de solvente etanol 90 % - ácido cítrico 0,03 % se extrae 369±1,00 mL de colorante natural, en un tiempo de 356 ± 0,58 min., con un rendimiento en porcentaje de volumen de 12,25 ± 0,25; como se evidencia existe mayor rendimiento de extracción del colorante natural en la materia fresca y con menor tiempo de extracción.

Tabla 3 Análisis organoléptico y solubilidad del colorante natural

No.	Colorante	Color	Apariencia	Solubilidad	
				Agua destilada	Aceite vegetal

Obtención de antocianinas de la Brassica oleracea var. Capitata para el uso en alimentos

1	Fresca	Púrpura	Líquida	Soluble	Insoluble
2	Seca	Púrpura intensa	Líquida	Soluble	Insoluble

Fuente: Laboratorio de Investigación ESPOCH, 2019

Luego del análisis se determina que el colorante natural de la col morada fresca fue púrpura y en seca se intensifica más, al comparar con otros estudios y la normativa mexicana para colorantes orgánicos, se determina que las antocianinas abarcan colores como el rojo, violeta y azul, lo que permite, aplicar en alimentos para mejorar el color; en lo relacionado con la solubilidad se verificó que son solubles en agua e insolubles en aceite vegetal comestible.

Tabla 4 Análisis físico-químico

No.	Estado	pH	ρ (g/mL)	°Bx (%)	nD
1	Fresco	4,76±0,10	0,9886±0,00	12,78±0,91	1,3527±0,00
2	Seco	4,66±0,03	0,9955±0,00	16,70±1,01	1,3542±0,01

(ρ) = Densidad relativa, (°Bx) = Grados brix, (nD) = Índice de refracción,

(a) = Media de tres repeticiones n = 3, (b) = Desviación estándar de n = 3

En el análisis de resultados se determina que el pH en la materia seca es de $4,66 \pm 0,03$ y en la fresca es de $4,76 \pm 0,10$; es decir, es más ácida en la materia seca que en la materia fresca, además se identificó que la densidad en la seca es de $0,9955 \pm 0,00$ y en la fresca es de $0,9886 \pm 0,00$, es decir, es mayor en la materia seca y finalmente es más dulce en la materia seca porque al eliminar el agua en el proceso de secado se concentran los azúcares.

Tabla 5 Análisis microbiológico del colorante natural

No.	Colorante	Coliformes totales y fecales	Escherichia coli	Mohos y levaduras	Método

Obtención de antocianinas de la Brassica oleracea var. Capitata para el uso en alimentos

		(UFC/mL)	(UFC/mL)	(UP/mL)	
1	Col morada fresca	<10	<10	<10	Siembra en placa
2	Col morada seca	<10	<10	<10	Siembra en placa
3	Blanco agar	Ausencia	Ausencia	Ausencia	N/A
4	Blanco solución	Ausencia	Ausencia	Ausencia	N/A

UFC= Unidades Formadoras de Colonia, UP= Unidades Propagadoras, N/A=No aplica

En el análisis microbiológico se obtuvo para *Esherichia coli* (<10 UFC/mL), Coliformes totales y fecales (<10 UFC/mL), Mohos y levaduras (<10 UP/mL), las cuales cumplen con la normativa ecuatoriana (Ecuador, Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN 2334, 2008), garantizando la inocuidad de los colorantes naturales, lo que permite su aplicación como colorantes en la industria de los alimentos.

Tabla 6 Concentración total de antocianinas

No.	Parámetro	Unidad	UV		Infrarrojo	
			Fresco	Seco	Fresco	Seco
1	Longitud de onda (λ)	Nm	542	535	3316	3334
2	Concentración total de antocianinas	mg/L	93,85	186,36	-	-
3	Factor de dilución	-	10	10	10	10

Fuente: Laboratorio de Investigación ESPOCH, 2019

Al realizar las lecturas en el espectrofotómetro UV se determina que la concentración de antocianinas es mayor en material seco que en fresco con un valor de 186,36 mg/L a una longitud de onda de 535 nm y en seco de 93,85 mg/L tiene una longitud de onde de 542 nm, valores que indican que es una característica fundamental de la estructura química de la molécula antocianina.

Tabla 7 Degustación del yogur con colorantes natural

Obtención de antocianinas de la Brassica oleracea var. Capitata para el uso en alimentos

NO.	COLORANTE	COLORANTE ML/YOGURT CLÁSICO CHIVERÍA ML	COLOR (%)	OLOR (%)	SABOR (%)
1	Fresco	0,5/100	10,00	66,67	56,67
2		1/100	20,00	36,67	50,00
3		1,5/100	60,00	16,67	26,67
4	Seco	0,5/100	20,00	63,33	80,00
5		1/100	50,00	20,00	13,33
6		1,5/100	93,33	26,67	10,00

Fuente: Laboratorio de Investigación ESPOCH, 2019

La dosificación del colorante natural con mayor aceptación en las encuestas de degustación fue de 1,5 mL en 100 mL de yogurt natural, donde sobresalió el pigmento natural con pH de $4,34 \pm 0,05$ en fresco y de $4,36 \pm 0,04$ en seco, con un color rosa pálido similar a la muestra testigo y una puntuación de 50 % en su color en fresco y 80 % en seco.

Conclusiones

Se concluye que existe mayor rendimiento de extracción del colorante natural en materia vegetal fresca que en la seca, además tiene menor tiempo de extracción.

El colorante natural es una buena alternativa de aditivos alimentarios, puesto que colorean los productos alimenticios y le proporcionan propiedades nutraceuticas, ofreciendo etiquetas más saludables.

Las antocianinas son pigmentos que representan un potencial para la sustitución competitiva de colorantes sintéticos en alimentos, productos farmacéuticos y cosméticos.

Referencias

1. Aguilera, M., & et al. (2011). Propiedades funcionales de las antocianina.

Obtención de antocianinas de la Brassica oleracea var. Capitata para el uso en alimentos

2. Ahmadiani, N., & et al. (2014). Anthocyanins contents, profiles, and color characteristics of red cabbage extracts from different cultivars and maturity stages.
3. Brito, H., & et al. (2019). Obtención del colorante natural del Camote (Ipomoea batatas). *Ciencia Digital*, 38-47.
4. Brito, H. (2000). *Texto Básico de Operaciones Unitarias I*. Riobamba, Chimborazo, Ecuador: Docucentro ESPOCH.
5. Brito, H. (2001). *Texto Básico de Operaciones Unitarias II*. Riobamba: Docucentro ESPOCH.
6. Brito, H. (2001). *Texto Básico de Operaciones Unitarias III*. Riobamba, Chimborazo, Ecuador: SE.
7. Brito, H. (2006). *Texto Básico de Mecánica de Fluidos*. Riobamba.
8. Brito, H. (2019). *Texto básico*. Riobamb.
9. Brito, H., & et al. (2016). *Diseño y construcción de un liofilizador para el secado de la remolacha azucarera (Beta vulgaris var. saccharifera)*. Riobamba, Chimborazo, Ecuador.
10. Brito, H., & et al. (2019). Colorantes naturales para uso alimenticio. *Ciencia Digital*. doi:10.33262/cienciadigital.v3i2.4.510
11. Brito, H., & et al. (2019). Obtaining Beet Betacyanins (Beta vulgaris).
12. Brito, H., & et al. (2019). Obtención y determinación de la calidad de colorante a partir de las flores de Sangorache. *Ciencia Digital*.
13. Carochó, M., & et al. (2015). Natural food additives: Quo vadis?" Trends in Food Science & Technology.
14. Castañeda, A., & Guerrero, J. (2015). Pigmentos en frutas y hortalizas rojas: antocianinas.
15. Figueroa, R., & et al. (2011). Actividad antioxidante de antocianinas presentes en cáscara de Pitahaya (Hylocereus undatus). *Revista Iberoamericana de Tecnología*.

Obtención de antocianinas de la Brassica oleracea var. Capitata para el uso en alimentos

16. Fundación Universitaria Iberoamericana. (2017). Composición nutricional de la col morada.
17. Garzón, G. (2008). Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: Revisión. *Redalyc*, 26-36.
18. Kamiloglu, S., & et al. (2015). Anthocyanin Absorption and Metabolism by Human Intestinal Caco-2 Cells—A Review.” *International Journal of Molecular Sciences*.
19. Lao, F., & Giusti, M. (2018). Extraction of purple corn (*Zea mays* L.) cob pigments and phenolic compounds using food-friendly solvents.
20. Sánchez, R. (2013). La química del color en los alimentos *Química Viva*.
21. Yusuf, M., & et al. (2017). Natural colorants: historical, processing and sustainable prospects.” *Natural Products and Bioprospecting*.

References

1. Aguilera, M., & et al. (2011). Functional properties of anthocyanin.
2. Ahmadiani, N., & et al. (2014). Anthocyanins contents, profiles, and color characteristics of red cabbage extracts from different cultivars and maturity stages.
3. Brito, H., & et al. (2019). Obtaining the natural coloring of sweet potato (*Ipomoea batatas*). *Digital Science*, 38-47.
4. Brito, H. (2000). Basic Text of Unitary Operations I. Riobamba, Chimborazo, Ecuador: ESPOCH Docucentro.
5. Brito, H. (2001). Basic Text of Unit Operations II. Riobamba: ESPOCH Docucentro.
6. Brito, H. (2001). Basic Text of Unit Operations III. Riobamba, Chimborazo, Ecuador: SE.
7. Brito, H. (2006). Basic Text of Fluid Mechanics. Riobamba
8. Brito, H. (2019). Basic text Riobamb
9. Brito, H., & et al. (2016). Design and construction of a freeze dryer for drying sugar beets (*Beta vulgaris* var. *Saccharifera*. Riobamba, Chimborazo, Ecuador.
10. Brito, H., & et al. (2019). Natural dyes for food use. *Digital Science* doi: 10.33262 / Cienciadigital.v3i2.4.510

Obtención de antocianinas de la Brassica oleracea var. Capitata para el uso en alimentos

11. Brito, H., & et al. (2019). Obtaining Beet Betacyanins (*Beta vulgaris*).
12. Brito, H., & et al. (2019). Obtaining and determining the quality of dye from Sangorache flowers. Digital Science
13. Carochó, M., & et al. (2015). Natural food additives: Quo vadis? "Trends in Food Science & Technology.
14. Castañeda, A., & Guerrero, J. (2015). Pigments in red fruits and vegetables: anthocyanins.
15. Figueroa, R., & et al. (2011). Antioxidant activity of anthocyanins present in Pitahaya peel (*Hylocereus undatus*). Iberoamerican Technology Magazine.
16. Iberoamerican University Foundation. (2017). Nutritional composition of purple cabbage.
17. Garzón, G. (2008). Anthocyanins as natural dyes and bioactive compounds: Review. Redalyc, 26-36.
18. Kamiloglu, S., & et al. (2015). Anthocyanin Absorption and Metabolism by Human Intestinal Caco-2 Cells — A Review. "International Journal of Molecular Sciences.
19. Lao, F., & Giusti, M. (2018). Extraction of purple corn (*Zea mays L.*) cob pigments and phenolic compounds using food-friendly solvents.
20. Sánchez, R. (2013). Color chemistry in live chemistry food.
21. Yusuf, M., & et al. (2017). Natural colorants: historical, processing and sustainable prospects. "Natural Products and Bioprospecting.

Referencias

1. Aguilera, M., e outros. (2011). Propriedades funcionais da antocianina.
2. Ahmadiani, N. e outros. (2014). Teor de antocianinas, perfis e características de cores de extratos de repolho roxo de diferentes cultivares e estádios de maturação.
3. Brito, H. e outros. (2019). Obtenção da coloração natural da batata-doce (*Ipomoea batatas*). Ciência Digital, 38-47.

Obtención de antocianinas de la Brassica oleracea var. Capitata para el uso en alimentos

4. Brito, H. (2000). Texto básico de operações unitárias I. Riobamba, Chimborazo, Ecuador: ESPOCH Docucentro.
5. Brito, H. (2001). Texto básico das operações da unidade II. Riobamba: ESPOCH Docucentro.
6. Brito, H. (2001). Texto básico das operações da unidade III. Riobamba, Chimborazo, Ecuador: SE.
7. Brito, H. (2006). Texto básico da mecânica dos fluidos. Riobamba
8. Brito, H. (2019). Texto básico Riobamb
9. Brito, H. e outros. (2016). Projeto e construção de um liofilizador para secar beterraba sacarina (Beta vulgaris var. Saccharifera. Riobamba, Chimborazo, Ecuador.
10. Brito, H. e outros. (2019). Corantes naturais para uso alimentar. Ciência Digital doi: 10.33262 / Cienciadigital.v3i2.4.510
11. Brito, H. e outros. (2019). Obtenção de betacianinas de beterraba (Beta vulgaris).
12. Brito, H. e outros. (2019). Obtenção e determinação da qualidade do corante das flores de Sangorache. Ciência Digital
13. Caroch, M., e outros. (2015). Aditivos alimentares naturais: Quo vadis? ”Tendências em Ciência e Tecnologia de Alimentos.
14. Castañeda, A. & Guerrero, J. (2015). Pigmentos em frutas e vegetais vermelhos: antocianinas.
15. Figueroa, R. e outros. (2011). Atividade antioxidante das antocianinas presentes na casca de Pitahaya (Hylocereus undatus). Revista Ibero-americana de Tecnologia.
16. Fundação Universitária Ibero-americana. (2017). Composição nutricional de repolho roxo.
17. Garzón, G. (2008). Antocianinas como corantes naturais e compostos bioativos: Revisão. Redalyc, 26-36.
18. Kamiloglu, S., e outros. (2015). Absorção e metabolismo da antocianina pelas células intestinais humanas Caco-2 - uma revisão. ”International Journal of Molecular Sciences.
19. Lao, F., & Giusti, M. (2018). Extração de pigmentos de espiga de milho roxo (Zea mays L.) e compostos fenólicos usando solventes favoráveis à alimentação.

Obtención de antocianinas de la Brassica oleracea var. Capitata para el uso en alimentos

20. Sánchez, R. (2013). Química de cores em alimentos químicos vivos.
21. Yusuf, M. e outros. (2017). Corantes naturais: histórico, processamento e perspectivas sustentáveis. "Produtos Naturais e Bioprospecção."

©2019 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.