

IMPACTO DEL USO DE COLORANTES NATURALES EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

IMPACT OF THE USE OF NATURAL COLORS IN THE FOOD INDUSTRY

Enríquez Miguel *

Infantes Sadid

Román Karla

Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad Estatal Amazónica. Km. 2½, vía Puyo a Tena (Paso Lateral). Puyo-Ecuador.

* E-mail: menriquez@uea.edu.ec

RESUMEN

Los colorantes alimenticios en la actualidad representan un factor importante a la hora de elegir los alimentos procesados por las características que aportan. El objetivo de la investigación fue identificar el impacto del uso de los colorantes naturales en la industria alimentaria. El método empleado es de tipo exploratorio con enfoque documental de orden secundario, ya que se realizó una búsqueda minuciosa de información bibliográfica de documentos obtenidos en bases científicas con la información que sustente el trabajo. Se identificó la presencia de colorantes en 15 vegetales donde prevalecen los β -carotenos, betalainas, clorofila, curcumina, antocianinas, capsantinas bixina, tartrazina y ficocianina, en 11 frutas que contienen los siguientes componentes: antocianinas, carotenos y betalaina, y en 3 plantas medicinales: carotenos y betalaina amarantina. En conclusión, identificamos que los vegetales, frutas y plantas medicinales poseen compuestos que ejercen la función de tinción del colorante natural utilizados en la industria alimentaria y son empleados en su mayor parte la línea láctea y cárnica.

Palabras clave: *Pigmentos, Antocianinas, Betalaina, Carotenoides, Curcuminas.*

ABSTRACT:

Food dyes currently represent an important factor when choosing processed foods due to the characteristics they provide. The objective of the research was to identify the impact of the use of natural colorings in the food industry. The method used is of an exploratory

type with a documentary approach of secondary order, since a thorough search of bibliographic information of documents obtained on scientific bases with the information that supports the work was carried out. The presence of dyes was identified in 15 vegetables where β -carotenes, betalains, chlorophyll, curcumin, anthocyanins, capsanthins, bixin, tartrazine and phycocyanin prevail, in 11 fruits that contain the following components: anthocyanins, carotenes and betalain, and in 3 plants. medicinal: carotenes and betalaina amarantina. In conclusion, we identified that vegetables, fruits and medicinal plants have compounds that perform the staining function of the natural dye used in the food industry and are mostly used in the dairy and meat line.

Keywords: *Pigments, Anthocyanins, Betalain, Carotenoids, Curcuminas.*




1. INTRODUCCIÓN

Los colorantes naturales comprenden los tintes y pigmentos que se originan de las plantas, insectos y minerales, William Henry Perkin en 1856 descubrió los primeros tintes sintéticos, que recibieron una aceptación más rápida debido a una amplia escala de aplicaciones en varios campos como: alimentos, cosméticos, terapia fotodinámica, actividad óptica no lineal y la industria textil (1). Se introdujeron colorantes sintéticos más baratos, lo que resultó en una disminución drástica en el uso de colorantes naturales, hay que tomar en cuenta que los colorantes se dividen en 2 grupos: naturales y artificiales (2). Según (3) los colorantes naturales abarcan las sustancias extraídas

de materias primas de origen vegetal, los compuestos obtenidos por síntesis, como ejemplo: la clorofila o el caramelo y los artificiales son compuestos químicos que se obtienen mediante síntesis, no identificados en productos de origen vegetal estos poseen características muy importantes como: producción económica, el tinte es fuerte, y también tienen una buena estabilidad química; ejemplos de éstos son el amarillo tartrazina o el rojo allura, también existen algunos minerales, incluyendo metales, que pueden usarse para dar color a los alimentos. El estudio experimental de los colores inicia desde tiempos antiguos, en el medio oriente donde empezaron a producir teñidos en pieles con elementos naturales, y su perfeccionamiento se dio en América con la técnica de tinturado indígena que ha sido utilizada en los países andinos desde el periodo Formativo (3500 a.C.), en la época colonial, los tintes se convirtieron en mercancías muy valoradas por los españoles debido a la variedad e intensidad de colores que generaban en sus prendas y sus exportaciones, debido al carmín extraído de la cochinilla (4). Desde los orígenes de la humanidad se han utilizado colorantes naturales en una variedad de actividades que van desde la pintura como expresión artística, hasta la alfarería y el teñido de telas y lanas, también se han usado como aditivo en alimentos, para otorgarles mejores cualidades organolépticas (5). Los pigmentos vegetales provienen de componentes biológicos que son aprovechados en la industria alimentaria y no alimentaria por sus componentes bioactivos también pueden ejercer funciones fúngicas y bacterianas evitando la toxicidad de los alimentos (6)

Los colorantes usados en la industria alimentaria son elaborados con la finalidad de mantener y mejorar las propiedades organolépticas de los alimentos durante la vida en anaquel, en los últimos años los colorantes de origen natural han mejorado significativamente tanto en calidad como en variedad, estos resultan inocuos, a diferencia de los artificiales, algunos pueden ayudar a mejorar el aspecto a los productos como es el caso de las antocianinas y los carotenoides, los cuales poseen propiedades antioxidantes y también tienen un impacto protector frente a las enfermedades crónico-degenerativas y en algunos tipos de cáncer (7). Fue solo después de 1856, cuando Perkin, descubrió el primer colorante sintético, al que pocos años más tarde lo comercializó con el nombre de Mauveína (púrpura de Perkin o anilina morada) Perkin, trabajando con Hoffmann, descubrió que por oxidación de la anilina se formaba una resina de la que, por tratamiento con alcohol, se aislaba un producto púrpura. La gran suerte de Perkin fue que la anilina estaba impurificada por una mezcla de toluidinas, ya que sin este producto la formación del colorante no tiene lugar. Pocos años más tarde, Perkin lo comercializó con el nombre de Mauveína, siendo el primero de los denominados de anilina Falcinelli (2019).

Las autoridades sanitarias encargadas de las normativas de uso de aditivos alimentarios son la FDA (Food and Drug Administration) en EE. UU. y la EFSA (European Food Safety Authority) en la Unión Europea, sin embargo, hay países que difieren respecto a las propuestas de los organismos antes mencionados según se detalla en la tabla 1.

Entidad	Logo/bandera	Características
Unión Europea		Todos los aditivos, incluidos los colorantes naturales, deben contar con autorización y cumplir con el reglamento CE 1333/2008 para ser utilizados. Adicionalmente, se les identifica con la letra E seguida de un número, que en el caso de los colorantes corresponde a los números entre 100 y 199. Son regulados respecto del tipo de alimentos al que pueden ser adicionados, en qué condiciones y las restricciones de venta de cada uno. Por ejemplo, el color rojo natural E120, corresponde a cochinilla y ácido carmínico, el que es extraído del exoesqueleto de un insecto y es usado en bebidas alcohólicas, carbonatadas, sopas y postres
EEUU -FDA		La FDA clasifica los colores permitidos en dos categorías: 1. Colorantes certificados: son producidos sintéticamente. Actualmente hay nueve autorizados en alimentos, los que llevan el prefijo FD&C o D&C, el color y un número. Por ejemplo: FD&C Yellow N° 6 (Tartrazina). 2. Colorantes liberados de certificación: son los que incluyen pigmentos derivados de fuentes naturales como frutas, hortalizas, minerales o animales. Ejemplos: el extracto de annatto (amarillo), betarragas deshidratadas, caramelo, beta-caroteno y extracto de piel de uva. En Japón la regulación de los aditivos alimentarios se rige bajo la ley de higiene alimentaria y no hace distinción entre sintéticos y naturales. Actualmente hay 345 aditivos aprobados por el Ministerio de Salud, Trabajo y Bienestar. Existen dos tipos de aditivos:
JAPON		1. Aditivos libres de certificación: corresponde a aquellos comercializados o usados actualmente y ratificados por la ley de higiene alimentaria y que aparecen en el listado de los 345 aditivos alimentarios aprobados. 2. Aditivos que requieren autorización: la autoridad japonesa se encuentra evaluando ciertos aditivos para su autorización, ya que existe la necesidad de revisar sustancias que han sido aprobadas en otros países y que han probado ser saludables y ampliamente usadas en el mundo. Lo anterior, debido a que el 60% de los alimentos que Japón consume son importados. De esta manera, disminuye la posibilidad que estos alimentos contengan aditivos que no estén autorizados en este país. La evaluación se basa en aditivos ya valorados por el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) y aquellos utilizados ampliamente en EE.UU. o la Unión Europea.

El principal problema es el desconocimiento y la utilización de los colorantes naturales en la industria alimentaria, en base a este antecedente se plantea como objetivo determinar el impacto del uso de colorantes naturales en la industria alimentaria.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación realizada fue específicamente de revisión bibliográfica y para el desarrollo se utilizó la metodología (Salsa) por las siglas en inglés: Search, Appraisal, Synthesis, Analysis, modificada por (8). El método Salsa tradicional para revisiones sistemáticas involucra cuatro pasos que son: búsqueda, evaluación, síntesis y análisis, sin embargo, Gunnarsdottir, añadieron un paso adicional conocido como la técnica de la bola de nieve como se observa en la (Figura 1 y 2).

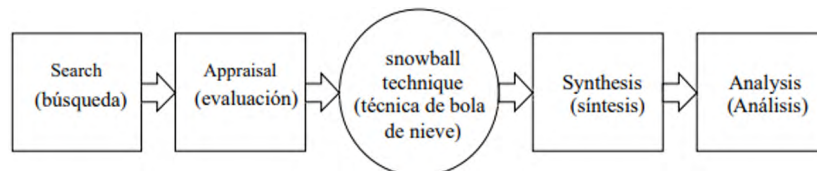


Figura 1. Diagrama general del método Salsa modificado por Gunnarsdottir

El método SALSA consiste en un proceso de búsqueda integral y una revisión crítica que permite elaborar documentos utilizando lo mejor de la información disponible mientras minimizan el potencial de sesgo (8). A continuación, se describe el método SALSA modificado utilizado para la elaboración de esta investigación, además se puede visualizar de forma esquematizada en la (Figura 2).

El primer paso del método SALSA consistió en buscar (search) información relevante sobre el uso e impacto de los colorantes naturales, en tesis de pregrado,

artículos científicos y libros encontrados en buscadores y bases de datos como son google académico, web of Science, Science, Direct, Scopus, Pubmed, Scielo. El segundo paso permite evaluar más a fondo si los resultados que cumplan con los criterios de inclusión (investigaciones cuantitativas y cualitativas, acceso completo a la información del impacto del uso de colorantes) y exclusión. Este punto permitió la valoración y clasificación de la literatura utilizada, además, sirvió de base para el continuar con el paso tres.

Análisis	Síntesis	Técnica de bola de nieve	Evaluación	Búsqueda
Estudios incluido el análisis cualitativo y cuantitativo Análisis descriptivo por categorías (Uso de colorantes en la industria)	Estudios incluidos en síntesis cualitativa Elaboración o desarrollo del documento	Permitió encontrar información bibliográfica sobre los colorantes utilizados en la industria y su impacto.	Estudios de texto según criterios de elegibilidad Criterio de inclusión: investigaciones cuantitativas y cualitativas, acceso completo sobre colorantes. Criterios de exclusión: investigaciones fuera del periodo de recogida de datos de colorantes naturales utilizados en la industria.	Realizada en base de datos: Términos Clave aislados Filtros año de publicación: de preferencia artículos del 2000 en adelante. Área: biotecnología, química, alimentos Tipos de documentos: artículos científicos, tesis, libros • Lenguaje: inglés, español y portugués

3. RESULTADOS

Tras generar la revisión bibliográfica se presenta en la tabla 2 la información referente a los impactos del uso de colorantes en la industria de alimentos.

Tabla 2. Colorantes naturales en los alimentos

Fuente	Producto	Colorante	Uso	Impacto sobre los alimentos	Discusión	Autor
VEGETALES	Zanahoria	Anaranjado (β-caroteno)	Embutidos	La inclusión del extracto de zanahoria en salchichas Frankfurt concentradas del 35-60 % de β-caroteno disminuyó la formación de ácido tiobarbitúrico.	Según (9) en su estudio sobre la utilización del extracto de zanahoria en chorizo de pollo determino la presencia de antioxidante que inhibe el crecimiento microbiano.	(10)

Fuente	Producto	Colorante	Uso	Impacto sobre los alimentos	Discusión	Autor
VEGETALES	Espinaca	Verde (Clorofila)	Yogurt	La clorofila en el yogurt se estabiliza a temperatura ambiente hasta el tercer día, transcurrido ese tiempo su Ph se reduce produciendo un descoloramiento e inestabilidad.	(12) en su estudio sobre la espirulina en la elaboración de pan sin gluten determino la capacidad antioxidante y desintoxicante en el análisis del producto final.	(13)
	Berro	Verde (Clorofila)	Crema chantillí	La clorofila se estabiliza en la crema chantillí a -4 °C en crema chantilly, conservando el color y pH.		
	Brócoli	Verde marrón (Clorofila)	Carnes	La adición de clorofila en la fabricación de Nuggets de carne de cabra ayuda a evitar el engrasamiento de la grasa.	(14) en su estudio sobre la evaluación de la calidad de embutidos con extractos de nopal y brócoli determino que se enmarcan en los parámetros de la normativa vigente mexicana.	(15)
	Cúrcuma	Naranja amarillento (Curcumina)	Carnes	La cúrcuma se la utiliza como un colorante natural en carnes por su poder antioxidante y antimicrobiano.	Según (16) logra generar un pigmento idóneo en el pollo faenado añadiendo el 1.5 % de harina de cúrcuma del total del peso del producto, cumpliendo las expectativas del consumidor.	(17)
	Tomate	Rojo (Licopeno, carotenoides)	Carne procesada	Al añadir licopeno a la carne procesada se obtiene una coloración roja en el producto final con un valor de pH bajo y evitando el crecimiento de microorganismos.	(20) en su estudio sobre la utilización de licopeno de tomate como colorante de productos cárnicos estableció al incorporar el 4% mejora la coloración debido a la actividad antioxidante e inhibitoria que posee, dando así un pigmento rojo intenso en la carne.	(10)
	Pimentón	Rojo (Capsantina)	Embutidos cárnicos	La adición de paprika en embutidos tipo salchicha y chorizo genera una aceleración en la maduración de la carne, el pH del embutido es bajo debido al crecimiento de bacterias ácido-lácticas.	(21) en su estudio acerca de obtención de carotenoides de pimentón y su uso como colorante natural en salchichas tipo coctel, determino que la adición del colorante no afecta su composición nutricional e inhibe la actividad microbiana.	
	Achiote	Naranja-amarillo (Bixina)	Embutidos	La adición de <i>Bixa orellana</i> como colorante natural en sustitución de nitrito de sodio en salchichas frankfurter permitió mayores tonalidades rojas y amarillas y menor luminosidad.	Según (22) la aplicación del colorante natural de achiote en el yogurt inhibe la formación y proliferación de microorganismos proporcionándole un color rosado.	(22)
	Azafrán	Violáceo (Tartrazina)	Carnes	La oleoresina del azafrán de bolita es sensible a la temperatura y la presencia de oxígeno. Por lo tanto, es factible que pueda ser aplicado en alimentos que sean conservados a bajas temperaturas y bajos niveles de oxígeno.	(24) en su investigación resolvió que la adición de colorante de azafrán en yogurt tiene una mayor actividad antioxidante y es un alimento funcional que ayuda a la prevención de problemas de la salud.	(25)
	Col morada	Morado (Flavonoides, antocianinas)	Yogurt	La aplicación de colorante en el yogurt natural con una dosificación de 1.5 ml/ 100 L de yogurt natural, dio como resultado color rosa intenso, pH 4.34±0.02.	(26) en su investigación determina que se puede aplicar en Yogur porque sus antocianinas y flavonoides mejora el color del producto y obtuvo la aceptabilidad del consumidor.	(27)
	Espirulina	Azul (ficocianina)	Yogurt	La adición de espirulina a productos a base de leche fermentada mejora el desempeño de los cultivos iniciadores, mejora su tasa de crecimiento y la tasa de supervivencia durante el proceso y el almacenamiento y vida de anaquel.	(28) menciona en su investigación que la espirulina posee una estabilidad de color muy fuerte, debido a su alto contenido de pigmentos mejora notablemente la actividad antioxidante del yogurt.	
	Rábano	Rojo anaranjado (antocianina)	Mermeladas, bebidas.	Las antocianinas extraídas del rábano funcionan como pigmento en los alimentos gracias a su tono rojo brillante, y poseen propiedades antioxidantes.	(29) menciona que las antocianinas presentes en los pigmentos de cáscara de higo se utilizaron en el yogurt natural, lo cual le brinda un color rosado similar al comercial y una estabilidad de 25 días.	(30)

Fuente	Producto	Colorante	Uso	Impacto sobre los alimentos	Discusión	Autor
VEGETALES	Mashua púrpura	Morado (flavonoides, antocianinas)	Lácteos	Los pigmentos extraídos del tubérculo de <i>Tropaeolum tuberosum</i> , de piel y pulpa morada, poseen actividad antioxidante	Según (31) en su estudio sobre la adición de puré de mashua en el yogurt menciona que aumenta el contenido de polifenoles y un aporte de antocianinas, siendo un compuesto estable durante el almacenamiento.	(32)
FRUTAS	Uva	Violeta (Antocianina)	Bebidas Licores	Las antocianinas son utilizadas como pigmentos debido a las cantidades de compuestos bioactivos presentes, son utilizados en la industria de bebidas caramelos, licores.	Según (33) en su investigación adiciona el colorante natural de la uva en yogures comerciales y evaluó los cambios de color mediante coordenadas CIEL*a*b* durante el almacenamiento, la concentración de antocianinas y fenoles totales en OUP fue de 447,28±20,0 mg Cianidina3-glusido/g ms y 432,54±36,37 mg EAG/g ms respectivamente.	(34)
	Naranja	Naranja (Caroteno)	Postres Harinas	El caroteno de la cascara de naranja ayuda a potenciar el color en la harina utilizada en la panadería.	Según (35) Indica que estos compuestos son los responsables en la pigmentación de varios productos alimenticios procesados y que se los puede obtener de vegetales y frutas tales como: zanahoria, zumo de naranja, tomate, Claudia, uvilla, mango y estos pigmentos tienen propiedades antioxidantes que ayudan a la prevención de enfermedades del ser humano como: la aterosclerosis o incluso el cáncer.	(36)
	Claudia	Amarilla (Caroteno)	Bebidas Helados Cameros	Las antocianinas y carotenoides presentes en la fruta ayudan a dar un color intenso en los alimentos como: bebidas, caramelos, etc.		(37)
	Uvilla	Naranja (Caroteno)	Yogur Crema chantillí	(37) Sus carotenos actuaron de forma favorable al incluirlos en un yogur natural con crema chantillí intensificando el color y manteniendo sus características nutricionales.		(38)
	Mango	Naranja (Caroteno)	Yogur	Se aplicó en un yogur natural donde mejoro sus características organolépticas: color sabor y olor.		
	Piña	Naranja (Caroteno)	Yogur			
	Tuna	Violeta (Betalaína)	Yogur	La Betalaína presente en la tuna se aplicó al yogur natural y crema chantillí teniendo como resultado la conservación de los valores nutricionales del producto.		Según (39), la adición del colorante natural en crema chantilly presenta actividad antioxidante y mejora su vida en anaquel a 7 días de vida útil.
	Mortiño	Violeta (Antocianina)	Embutidos	La antocianina presente en el mortiño se aplicó en salchichas teniendo como resultado la inhibición de los microorganismos.	Según (41), en su investigación pudo establecer la efectividad de la tinción del colorante extraído, utilizando 0.5 gr del extracto del mortiño y 1.75 gr del extracto de la flor de la Jamaica al comparar por medio de colorimetría con una muestra de yogurt de mora industrial que fue tomado como referencia.	(42)
	Mora	Violeta (Antocianina)	Yogures	La antocianina presente se utilizó en yogur para mejorar las características sensoriales y potencia el color.	Según (43), el colorante de mora y motilón se aplicaron en productos lácteos comerciales (leche, kumis), generando una estabilidad y preservando las características nutricionales del producto.	(44)
	Motilón	Violeta (Antocianina)	Yogures			

Fuente	Producto	Colorante	Uso	Impacto sobre los alimentos	Discusión	Autor
FRUTAS	Cereza	Rojo (Antocianina)	Bebidas quesos Confituras Helados Productos lácteos	La utilización del colorante de la cereza en los alimentos genera las siguientes funciones: potenciar la tinción en producto final, estabilizarlo y mejoramiento del	Según (45), la investigación pudo determinar que únicamente los pigmentos presentes en los frutos de Cereza pH 4 y 5, Mora pH 5 y Saúco pH 5, presentan las características para ser utilizados como alternativas naturales del colorante artificial Rojo No.2 en bebidas comprendidas en el rango de pH 4 y 5.	(46)
PLANTAS MEDICINALES	Jamaica	Roja (Caroteno)	Yogur	La aplicación del colorante de Jamaica en un yogur natural influyo directamente sobre su apariencia mejorando la intensidad de este.	Según (47) se pudo establecer la efectividad de la tinción del colorante extraído utilizando 0.5 gr del extracto del mortiño y 1.75 gr del extracto de la flor de la Jamaica al comparar por medio de colorimetría con una muestra de yogurt de mora industrial que fue tomado como referencia.	(44)
	Caléndula	Naranja (Caroteno)	Lácteos	La Betalaina amarantina presente en el pigmento de <i>Calendula officinalis</i> , se pueden utilizar como colorantes en productos lácteos.	(47) menciona en su investigación que el extracto acuoso de caléndula, contiene flavonoides y aminoácidos, lo cual brinda un importante aporte nutricional al producto final.	(48)
	Sangorache	Rojo Violeta (Betalaina, amarantina)	Mortadela	La Betalaina amarantina del sangorache se aplica como colorante en la mortadela para darle acidez y color al producto.	(49) mencionan en su estudio que se puede aplicar el pigmento de sangorache en yogurt y salchichas tipo Viena aplicado en una dosificación establecidas en la norma INEN 2564 para yogurt e INEN 1339 para embutidos.	(50)

4. CONCLUSIONES

Se identificó la presencia de colorantes en 15 vegetales donde prevalecen los β -carotenos, betalainas, clorofila, curcumina, antiocianinas, capsantinas bixina, tartrazina y ficocianina que son compuestos que ayudan a la pigmentación de los alimentos a nivel industrial en el área láctea y cárnica en su mayor parte, reduciendo el uso de los elementos sintéticos y asegurando la calidad de los productos elaborados.

Se determinó compuestos en 11 frutas que contienen los siguientes compuestos: antiocianinas, carotenos y betalaina que son utilizadas en su mayoría en la línea láctea permitiendo el mejoramiento de las características sensoriales y la inhibición de microorganismos

En las plantas medicinales se identificó 2 compuestos: carotenos y betalaina amarantina en 3 plantas que ejercen la tinción de colorante natural y es utilizada en la línea láctea (yogur) mejorando sus características organolépticas y también potenciando el sabor.

5. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- 1.- Bhute, K. H. P. and A. S. (2015). Plant based dyes and mordant : A Review. Journal of Natural Products and Plant Resources, 6(November), 649–664.
2. Arora, J. (2017). Arcoíris de Tintes Naturales en Textiles Utilizando Extractos de Plantas: Procesos Sostenibles y Eco-Amigables. Scientific Research, 13. Obtenido de https://www.scirp.org/html/3-5500264_74365.htm?pagespeed=noscript
3. Schmidl, H. (1990). Aditivos alimentarios y la reglamentación de los alimentos. In Aplicaciones y comentarios de orden químico y tecnológico. https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/361/T_Q05_G774_2014.sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR1qDG_J_kN7eETOeLCZiKIOHGETU0F2d%0Ahttp://portal.export.com.gt/portal/clientes/fichas_tecnicas/Salsa_de_tomate.pdf
4. Ochoa, C. P. (2020). Revalorización de métodos ancestrales de tinturado natural en las provincias de Loja y Azuay del sur de

- Ecuador. Scielo, 7. Obtenido de http://scielo.senescyt.gov.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2477-88502020000200050
5. Enríquez, M. (2021). Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido fenólico del aceite esencial de hojas secas y húmedas de guavidua (*Piper carpubya* Ruiz & Pav.). *Semiárida*, 31(1), 9-15. doi:[https://doi.org/10.19137/semiarida.2021\(01\).09-15](https://doi.org/10.19137/semiarida.2021(01).09-15)
 6. Enríquez-Estrella, Miguel Ángel, Sonia Elizabeth Poveda-Díaz, y Glenda Indira Alvarado-Huatatoca. 2023. «Bioactivos De La Hierba Luisa Utilizados En La Industria». *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas* 14 (1). México, ME:1-11. <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i1.3249>.
 7. Urbina, N. (2022). Utilización de licopeno de tomate (*Solanum lycopersicum*) como colorante en productos cárnicos. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/16170>
 8. Gunnarsdottir, I.; Davidsdottir, B.; Worrell, E. and Sigurgeirdottir, S. 2020. Review of indicators for sustainable energy development. *En renewable and sustainable energy reviews*. Elsevier Ltd. 133:1-22.
 9. Ajon Shiguango, L. A. (2020). Evaluación de colorantes naturales achiote (*Bixa orellana* L.), cúrcuma (*Curcuma longa* L.) y zanahoria (*Daucus carota* L.), en la elaboración de chorizo de pollo. <https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/905>
 10. Girón, J. M. (2016). Pigmentos vegetales y compuestos naturales. 11(21), 51-62. Obtenido de <https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Inventum/article/view/1450/1385>
 11. Morales, P. G. (2010). Sustitución parcial de Metionina por Betaína en la nutrición de pollos de engorde. Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/3010/1/Tesis%20Lic%20Zoot%20Pahola%20Morales.pdf>
 12. Figueira, F. d. (2011). Elaboration of gluten-free bread enriched with the microalgae *Spirulina platensis*. *Brazilian Journal of Food Technology*, 14(4). Obtenido de <https://www.scielo.br/j/bjft/a/fhhHkrbCSbXGRCxxKXmQgjF/abstract/?lang=en&format=html>
 13. Cuesta, W. (2018). Obtención de colorantes naturales a partir de espinaca, berro, y brócoli para uso alimenticio. trabajo de titulación. escuela superior politécnica de chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/10431/1/96T00482.pdf>
 14. Cruz, A. C. (2013). Desarrollo y evaluación de calidad de un embutido cárnico adicionado con nopal (*Opuntia* sp.) y brócoli (*Brassica oleracea*). Universidad de Sonora, Hermosillo. Obtenido de <http://148.225.114.121/bitstream/unison/4402/1/cruzmontanoanacarolinal.pdf>
 16. Paz, C. (2020). Utilización de diferentes niveles de cúrcuma (*Curcuma longa*) 0.5; 1 y 1.5 % para la pigmentación de la carne de pollos de engorde. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7017/1/PC-000988.pdf>
 17. Banerjee, R. (2012). Antioxidant effects of broccoli powder extract in goat meat nuggets. *Meat Science*. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22330944/>
 18. Hernández, V. (2016). Extracción de Antocianina a partir de maíz morado (*Zea mays* L) para ser utilizado como antioxidante y colorante en la industria alimentaria. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/878/BC-TES-5646.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 19. Abdeldaiem. (2013). Use of yellow pigment extracted from turmeric (*Curcuma longa*) rhizomes powder as natural food preservative and colorant. *Food Science and Quality Management*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/234683731.pdf>
 20. Urbina, N. (2022). Utilización de licopeno de tomate (*Solanum lycopersicum*) como colorante en productos cárnicos. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/16170>
 21. Aguilar, A. (2020). Obtención de carotenoides del pimentón (*Capsicum annum* L) y su uso como colorante natural en salchichas tipo coctel. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/17050>
 22. Reyes, Z. (2015). Extracción y evaluación del colorante natural de achiote (*Bixa orellana* L.) como sustituto del colorante E-102 amarillo No. 5 (Tartracina) en la elaboración de un yogurt. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/1334/1/Zoila%20Concepcion%20Reyes%20Buenafe.pdf>
 23. Peña, P. J. (2017). Efecto del reemplazo parcial de nitrato de sodio por achiote (*Bixa orellana* L.) en las propiedades de salchichas frankfurter. Escuela Agrícola Panamericana. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/e1612293-6241-494f-a118->

- 55bfb76ba977/content
24. Silvio, V. M. (2020). Parámetros físicos y químicos del azafrán y su uso como color en yogurt griego con sabor a gelatina de maracuyá. *Research, Society and Development*, 9(5). Obtenido de <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3244/4954>
 25. Pichardo, M. (2018). Evaluación de la estabilidad del pigmento de azafrán de bolita (*Ditaxis heterantha*) ante diferentes factores fisicoquímicos: temperatura, luz, antioxidante y oxígeno. División de Biotransformación. Obtenido de https://smbb.mx/congresos%20smbb/puertovallarta03/TRABAJOS/AREA_VI/CARTEL/CVI-26.pdf
 26. Guaranda, E., & Silva, J. (2017). Colorante avocodo. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4195/1/UTC-PC-000154.pdf>
 27. Hosseini, S. M. (2013). *Spirulina paltensis*: Food and Function. *Current Nutrition & Food Science*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Seyed-Marzieh-Hosseini/publication/262107454_Spirulina_paltensis_Food_and_Function/links/549a78af0cf2b80371359719/Spirulina-paltensis-Food-and-Function.pdf
 28. Barkallah, M. (2017). Effect of *Spirulina platensis* fortification on physicochemical, textural, antioxidant and sensory properties of yogurt during fermentation and storage. 84, 323-330. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643817303961>
 29. Aguilera, M. (2012). FIG ANTHOCYANINS AS PLAIN YOGHURT COLORANTS. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 14(01), 18-24. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/6729/672971151003.pdf>
 30. Castillo, D. M. (2022). Extraction and Use of Anthocyanins from Radish (*Raphanus Sativus* L. Var *Crimson Gigant*) as a Natural Colorant in Yogurt. *European Journal of Agriculture and Food Sciences*. Obtenido de <https://www.ejfood.org/index.php/ejfood/article/view/574/309>
 31. Ibarra, I. (2021). Evaluación de la capacidad antioxidante de un yogurt endulzado con *Stevia Rebaudiana* Y *Tropaeolum Tuberosum* “Mashua Púrpura” como colorante. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho. Obtenido de <http://repositorio.unjfc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/6415/IBALUT%20I%20IBARRA%20LUNA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 32. Inostroza, L. (2015). Actividad antioxidante de *Tropaeolum tuberosum* (MASHUA) y su aplicación como colorante para yogurt. *Ciencia e Investigación*, 18(2), 83-89. Obtenido de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/view/13615/12021>
 33. Chasoy, G. R. (2016). Evaluación del color en yogurt elaborado con extracto de residuos de uvas *Isabella* como colorante natural. Colombia: Researchgate. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Gilver-Rosero-Chasoy/publication/339886360_Evaluacion_del_color_en_yogur_elaborado_con_extracto_de_residuos_de_uva_Isabella_como_colorante_natural/links/5e6a758092851c6ba7fd773b/Evaluacion-del-color-en-yogur-elaborado-
 34. Agila, B. (2000). Extracto acuoso de *Calendula officinalis*. Estudio preliminar de sus propiedades. *Revista Cubana de plantas medicinales*, 5(1). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1028-4796200000100008&script=sci_arttext&tlang=pt
 35. Melendez, A. (2004). Importancia nutricional de los pigmentos carotenoides. *SciELO*, 2. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000200003
 36. Ordoñez, L. (2020). Potencial agroindustrial del epicarpio de mandarina como alternativa de colorante natural en pan. *SciELO*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-77992020000200019
 37. Puente, C. A. (2020). Obtención de colorantes naturales a partir de la claudia roja (*prunus domestica*). *Polo del conocimiento*, 10. Obtenido de [file:///C:/Users/USER/Downloads/Dialnet-ObtencionDeColorantesNaturalesAPartirDeLaClaudiaRo-7554350%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/Dialnet-ObtencionDeColorantesNaturalesAPartirDeLaClaudiaRo-7554350%20(1).pdf)
 38. Diaz, M. (2019). “extracción de colorantes naturales del mango (*Manguifera Indica* L), mandarina (*Citrus reticulata*), piña (*Ananas comosus*), para el uso en la industria de alimentos”. *riobamba: escuela superior politécnica de Chimborazo*. Obtenido de <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/10571/1/56T00857.pdf>
 39. Guerra, S. L. (2014). Extracción y actividad antioxidante del colorante natural de la pulpa del fruto de *Opuntia ficus-indica* “tuna morada” y su aplicación en crema chantilly. *Peru: Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. Obtenido de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/4243/L%20c3%b3pez_gs.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 40. Macas, W. (2018). “Obtención de colorantes naturales a partir de mortiño (*Vaccinium myrtillus* L.), uvilla (*Physalis peruviana*) y tuna

- (Opuntia ficus-indica) para el uso Alimenticio". Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/8977/1/96T00472.pdf>
41. Rojas , L., Gómez , C., & Marín , N. (2020). Extracción de metabolitos a partir de Calendula officinalis y evaluación de su capacidad colorante y antibacterial. Revista Colombiana De Biotecnología. Obtenido de <https://www.proquest.com/openview/1a629e1f9ed151c81334e6765e6fae2e/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2035764>
42. Cano, A. (2011). Extracción y uso de tres pigmentos naturales a partir de tomate de árbol (Solanum betaceum Cav.), mortiño (Vaccinium mytillus L.) y mora de castilla (Rubus glaucus) como alternativa colorante natural para alimentos". Sangolqui: Escuela Politecnica del Ejército. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4929/1/T-ESPE-IASA%20I-004583.pdf>
43. Ramírez, M. (2006). Obtención de un colorante natural alimentario de mora de Castilla (Rubus glaucus benth). Ciencia y desarrollo, 16. Obtenido de [file:///C:/Users/USER/Downloads/artinez,+Obtenci%C3%B3n+de+un+colorante.PDF%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/artinez,+Obtenci%C3%B3n+de+un+colorante.PDF%20(1).pdf)
44. Llamuca, A. (2018). "Extracción de colorantes naturales de jamaica (Hibiscus sabdariffa), mora andina (Rubus glaucus) y uva (Vitis vinífera) para el uso en la industria de alimentos". Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/8904/1/56T00794.pdf>
45. Fuentes, W. (2005). Extracción, cuantificación y estabilidad de colorantes naturales presentes en los frutos de Prunus capuli Cav. (Cereza), Rubus urticaefolius Poir (Mora) y Sambucus canadensis L. (Saúco) COMO alternativas naturales de consumo de los colorantes artificiales. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala . Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2326.pdf
46. Juan, R. S. (2013). LA QUIMICA DEL COLOR EN LOS ALIMENTOS. QuimicaViva, 14. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/863/86329278005.pdf>
47. Agila, B. (2000). Extracto acuoso de Calendula officinalis. Estudio preliminar de sus propiedades. Revista Cubana de plantas medicinales, 5(1). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S10284796200000100008&script=sci_arttext&tlng=pt
48. Rivas , C., & Revelo , M. (2016). Evaluación del pigmento obtenido de la semilla de dos variedades de aguacate (Persea americana var. Hass y Persea americana var. Fuerte) como alternativa de uso en la industria de alimentos. Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcán. Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/485?mode=simple>
49. Alarcon, M., & Quinzo, J. (2018). Formulación de un proceso para la obtención de colorante orgánico a partir de las flores de Sangorache (Amaranthus quitensis), para ser usado como aditivo en la producción de yogurt y salchichas. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/10513/1/96T00507.pdf>
50. Orozco, E. (2016). Elaboración de mortadela utilizando colorantes naturales de remolacha (Beta Vulgaris) y sangorache (Amaranthus Quitensis L.) como reemplazo del colorante artificial. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/3059/1/UNACH-ING-AGRO-2016-0014.pdf>