

INCIDENCIA EN LA OBTENCIÓN DEL COLORANTE NATURAL DE MORTIÑO
(VACCINIUM MYTTILLUS L.): EVALUACIÓN COMPARATIVA DE MÉTODOS DE
SECADO, CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA
INCIDENCE IN THE OBTAINING OF NATURAL COLORANT FROM MORTIÑO
(VACCINIUM MYTTILLUS L.): COMPARATIVE EVALUATION OF DRYING
METHODS, PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL QUALITY

Autores: ¹Benjamín Andrés Román Santos, ²Adriana Monserrath Monge Moreno, ³Hanníbal Lorenzo Brito Moína y ⁴Freddy Alexander Proaño Quintanilla.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-2145-6039>

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9988-0348>

³ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7536-857X>

⁴ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-9360-2294>

¹E-mail de contacto: benjamin.roman@esepoch.edu.ec

²E-mail de contacto: adriana.monge@esepoch.edu.ec

³E-mail de contacto: hbrito@esepoch.edu.ec

⁴E-mail de contacto: freddy.proanio@esepoch.edu.ec

Afiliación: ^{1*2*3*4*}Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, (Ecuador).

Artículo recibido: 30 de Julio del 2025

Artículo revisado: 1 de Agosto del 2025

Artículo aprobado: 4 de Agosto del 2025

¹Bioquímico Farmacéutico graduado en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, (Ecuador). Magíster en Farmacia Asistencial y Atención Farmacéutica.

²Doctora Química Farmacéutica graduada en la Universidad Central del Ecuador, (Ecuador). Magíster en Ciencias del Laboratorio Clínico.

³Ingeniero Químico graduado en la Universidad Central del Ecuador, (Ecuador). Especialista en Computación Aplicada al Ejercicio Docente graduado de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, (Ecuador). Máster en Protección Ambiental graduado de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, (Ecuador). Magíster en Docencia Universitaria e Investigación Educativa graduado en la Universidad Nacional de Loja, (Ecuador). Doctor en Ciencias Ambientales graduado en la American Andragogy University, (EEUU).

⁴Ingeniero en Biotecnología Ambiental graduado en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, (Ecuador).

Resumen

En respuesta a la creciente preocupación por los efectos negativos de los colorantes sintéticos en la salud humana, esta investigación se enfocó en la obtención y caracterización de colorantes naturales derivados del mortiño (*Vaccinium myrtillus* L.). Para ello, se evaluaron tres métodos de secado: secado en bandejas, liofilización y secado por atomización, complementándose con la extracción de pigmentos utilizando el método Soxhlet. Los resultados indicaron que el secado por liofilización fue el más eficiente, alcanzando un rendimiento del 19,84%, y permitió extraer el colorante en un tiempo de 11,4 horas a 50°C. Los colorantes naturales obtenidos fueron sometidos a análisis microbiológicos y de metales pesados, verificándose que cumplen con los requisitos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-119-SSA1-1994, lo que garantiza su

inocuidad para el consumo. Además, se aplicaron estos colorantes en yogur natural, donde demostraron no solo su aptitud para el consumo humano, sino también una buena estabilidad durante su vida útil. En conjunto, esta investigación resalta la viabilidad del mortiño como fuente de colorantes naturales seguros y eficientes, ofreciendo una alternativa saludable frente a los colorantes sintéticos presentes en la industria alimentaria.

Palabras clave: Mortiño, Secado, Antocianinas, Colorantes, Naturales.

Abstract

In response to growing concerns regarding the adverse effects of synthetic dyes on human health, this study focused on the extraction and characterization of natural colorants derived from mortiño (*Vaccinium myrtillus* L.). Three drying methods—tray drying, lyophilization, and spray drying—were evaluated, coupled with pigment extraction using the Soxhlet

method. Results demonstrated that lyophilization was the most efficient drying technique, achieving a yield of 19.84% and enabling colorant extraction within 11.4 hours at 50°C. The obtained natural colorants underwent microbiological and heavy metal analyses, confirming compliance with the requirements set forth in the Mexican Official Standard NOM-119-SSA1-1994, thereby ensuring their safety for consumption. Furthermore, these colorants were applied to natural yogurt, where they exhibited not only suitability for human consumption but also good stability throughout the product's shelf life. Overall, this research highlights the feasibility of mortiño as a source of safe and effective natural colorants, offering a healthy alternative to synthetic dyes used in the food industry.

Keywords: Mortiño, Drying, Anthocyanins, Dyes, Natural.

Sumário

Em resposta às crescentes preocupações com os efeitos adversos dos corantes sintéticos na saúde humana, este estudo concentrou-se na extração e caracterização de corantes naturais derivados do mortiño (*Vaccinium myrtillus* L.). Três métodos de secagem — secagem em bandeja, liofilização e secagem por atomização — foram avaliados, juntamente com a extração de pigmentos pelo método de Soxhlet. Os resultados demonstraram que a liofilização foi a técnica de secagem mais eficiente, alcançando um rendimento de 19,84% e permitindo a extração do corante em 11,4 horas a 50°C. Os corantes naturais obtidos foram submetidos a análises microbiológicas e de metais pesados, confirmando a conformidade com os requisitos estabelecidos na Norma Oficial Mexicana NOM-119-SSA1-1994, garantindo assim sua segurança para o consumo. Além disso, esses corantes foram aplicados em iogurte natural, onde demonstraram não apenas adequação ao consumo humano, mas também boa estabilidade ao longo da vida útil do produto. De modo geral, esta pesquisa destaca a viabilidade do mortiño como fonte de corantes

naturais seguros e eficazes, oferecendo uma alternativa saudável aos corantes sintéticos utilizados na indústria alimentícia.

Palavras-chave: Mortiño, Secagem, Antocianinas, Corantes, Natural.

Introducción

En la actualidad surgen efectos perjudiciales para la salud esto se debe a la utilización de colorantes sintéticos en los alimentos, por la adición de sustancias químicas, cuyo propósito primordial es el de mejorar sus propiedades organolépticas logrando así impresionar los órganos sensoriales de los consumidores, principalmente la vista y el gusto, son de gran importancia pues estos indican el éxito o fracaso de un producto en el mercado, el problema más común que se presenta al consumir este tipo de aditivos radica en que pueden contener sustancias dañinas que resultan perjudiciales para el organismo humano, alterando su salud (Trujillo y Tapia, 2012). Ciertos productos químicos utilizados en la síntesis de colorantes también se consideran carcinógenos o mutagénicos, así como también sensibilizantes o alergénico un claro ejemplo de colorantes cancerígenos son los azoicos que se preparan de arilaminas, estudios recientes han confirmado que los colorantes azoicos contienen potenciales carcinógenos de colon (Osman M. et al., 2004), aumenta el nivel medio de hiperactividad en niños de 3 años y 8/9 años. (Mccann et al., 2007).

En consecuencia, se busca obtener un colorante que no altere la salud de los consumidores y que ayude a contrarrestar enfermedades; dichos pigmentos se pueden obtener de fuentes naturales, estos se encuentran disponibles en varias frutas, vegetales y cereales; más allá de su intensidad de color, contienen antioxidantes pro-vitamina A y compuestos fenólicos que son necesarios en la visión, el mantenimiento del epitelio, la secreción mucosa, y la reproducción

(Delgado et al., 2004). Las antocianinas son pigmentos hidrosolubles responsables de los vistosos colores de muchas flores, frutas y verduras, son uno de los pigmentos naturales de gran importancia para la industria alimenticia por tal razón las frutas que se consideran que tienen un alto contenido de pigmentos naturales, están presentes en el Ecuador y un claro ejemplo son el mortiño que pueden servir de gran ayuda en la sustitución de los pigmentos sintéticos ya que tienen propiedades antioxidantes que inhiben la acción de especies nocivas para el organismo, como los radicales libres y se asocian con la prevención de enfermedades como el cáncer (Bui et al., 2004).

El colorante naturales de mortiño (*Vaccinium myttillus* L.), contiene un alto contenido de pigmentos antocianínicos, debido a su alta capacidad antioxidante y a su gran aporte de vitaminas y minerales, representa un factor importante dentro de la industria alimenticia asegurando la salud de los consumidores y al mismo tiempo aprovechando al máximo sus propiedades organolépticas, por lo cual, dicho colorante va a ser el sustituyente de los sintéticos impulsando así la industria alimenticia, por lo que, se va a extraer el colorante natural de mortiño (*Vaccinium myttillus* L.), aplicando tres tipos de secado (Bandejas, Liofilizado y Atomizado), posteriormente se extrae su colorante utilizando el método de extracción Soxhlet, seguidamente, se realizó la caracterización fisicoquímica consiguiendo la densidad, índice de refracción, pH, °Bx, %ST después del proceso indicado. Para desarrollar este estudio se aplicó las diferentes operaciones unitarias tales como: lavado, secado, molienda y tamizado, y la extracción sólido-líquido, para obtener colorante natural de alta calidad que esté dentro de los parámetros establecidos en base a la norma oficial mexicana nom-119-ssa1-1994,

logrando así ingresar un producto innovador al mercado nacional para cubrir la demanda de la población.

Materiales y Métodos

El desarrollo de este se realizó en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, el cual, se orientó a la obtención de colorante natural a partir de mortiño (*Vaccinium myttillus* L.), para tener un producto de alta calidad. La investigación es de tipo descriptivo, debido a que, permite observar y describir el comportamiento de los colorantes naturales a partir de las frutas de estudio, sin influir en los mismos, no hay información específica del tema, por este motivo la investigación se detalla de forma general, es decir, se profundizó la obtención de colorante natural a partir de mortiño, realizando una evaluación de los métodos de secado estableciendo una aplicación para estos colorantes dejando el campo abierto a futuras investigaciones relacionadas, para lo cual, se realizó diferentes pruebas de secado de la materia prima en tres diferentes tipos de secado (liofilización, secador de bandejas y atomización), y su extracción mediante el método Soxhlet, dando como producto final el colorante natural, mismo que se evaluaron mediante curvas de secado, rendimiento y espectrometría, luego se realizó el correspondiente análisis físico-químico de la materia prima, cuyos parámetros que se midieron fueron pH, densidad, índice de refracción y °Bx, seguidamente se procedió a secar mediante tres tipos de secadores S. Bandejas, S. Liofilización y S. Atomización, para lo cual se realizaron tres repeticiones por secado a distintas temperaturas, luego mediante una evaluación se procedió a la extracción de los pigmentos por el método de Soxhlet armando un cartucho de 10 g obteniéndose el

colorante, para la elección del mejor tipo de secado se llevaron los colorantes al espectrofotómetro Uv. Visible, se procedió con una comparación bibliográfica de las λ y se encontró que según el Reglamento (UE) N o 231/2012 la longitud de onda para las antocianinas (515-535 nm), por último, se efectuaron pruebas de mohos y levaduras, zinc, plomo, arsénico en el laboratorio SAQMIC estos parámetros se compraron con la norma oficial mexicana nom-119-ssal-1994.

Resultados y Discusión

En las siguientes tablas se presentan una matriz de comparación de los tres tipos de secado utilizados para la obtención de los tres colorantes naturales, para su comparación esta matriz se basó en las variables: Temperatura, Tiempo de secado, Rendimiento del secador, Porcentaje de Humedad eliminada y Colorante extraído.

Tabla 1. Matriz comparativa para la obtención de Colorante de mortiño

No .	Parámetro	Unidad	Equipos de secado		
			Bandeja	Liofilizador	Atomizador
1	Tiempo	h	10,5	11,4	3,2
2	Temperatura	°C	55	50	80
3	Rendimiento	%	18,49	19,84	3,2
4	Humedad	%	80,1	77,13	98,2
5	Colorante extraído	%	41,2	45,17	6,04

Fuente: elaboración propia

Se realizó tres tipos de secado (Bandejas, Liofilización y atomización) a partir de 400 g. de mortiño fresco, a diferentes temperaturas, posteriormente se efectuó la extracción de sus pigmentos mediante el método Soxhlet, que consistió en armar cartuchos de 10 g. de mortiño seco utilizando una relación 3-1 etanol-agua como solvente. En el secado por Liofilización se requirió un mayor tiempo de secado 10.5 h, a una temperatura baja de 50 °C , eliminando un porcentaje de humedad de 77,13%, con un rendimiento de 19,84 % y un 45,17 % de colorante extraído, seguido del secador de

Bandejas que necesitó un tiempo de secado de 10.5 h, a una temperatura de 55 °C, eliminando un porcentaje de humedad de 80,01%, con un rendimiento de 18,49 y un 41,2 % de colorante extraído, mientras que en el secador por atomización requirió un tiempo de secado bajo de 3,2 h, a una elevada temperatura de 80°C , eliminando un porcentaje de humedad de 98,2 %, con un rendimiento de 3,2 % y un 6,04 % de colorante extraído.

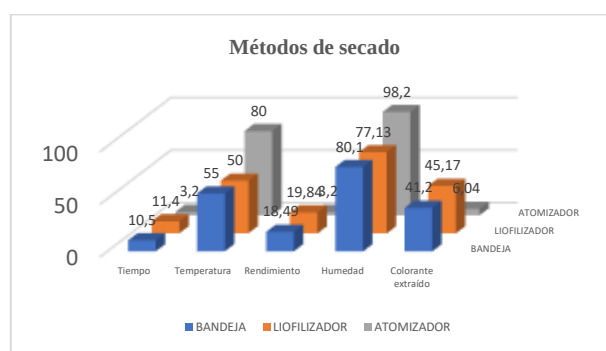


Figura 1. Análisis de los parámetros físico-químicos del colorante

En base a los resultados obtenidos se observa como el secador por liofilización a pesar de tener un mayor tiempo de secado, una temperatura y un porcentaje de eliminación de humedad mínima en comparación con los otros dos tipos de secado, sin embargo tiene un mayor rendimiento y un mayor porcentaje de colorante extraído, aunque es similar al del secador de bandejas, con una diferencia mínima, por ende se considera al Liofilizado como el mejor método de secado para la obtención de colorante natural de mortiño. Por otro lado el secador por atomización tiene un porcentaje de Humedad mayor pero debido a su elevada temperatura no se puede obtener un buen rendimiento de colorante extraído, tal y como menciona Tontul & Topuz (2017, p. 91) en su trabajo de investigación “Spray-drying of fruit and vegetable juices: Effect of drying conditions on the product yield and physical properties”, la dificultad de secadores es que al

utilizar elevadas temperaturas los azúcares se transforman en una forma pegajosa que aumenta la deposición en la superficie del secado cámara, que finalmente disminuye el rendimiento del producto.



Figura 2. Colorante de Mortiño

Se efectuó el secado del mortiño en 3 tipos de secadores (Bandejas, Liofilizado y atomizado) a temperatura constante, sus pesos fueron tomados cada 30 minutos en el caso de los secadores bandeja y liofilizado, excepto en el atomizado.

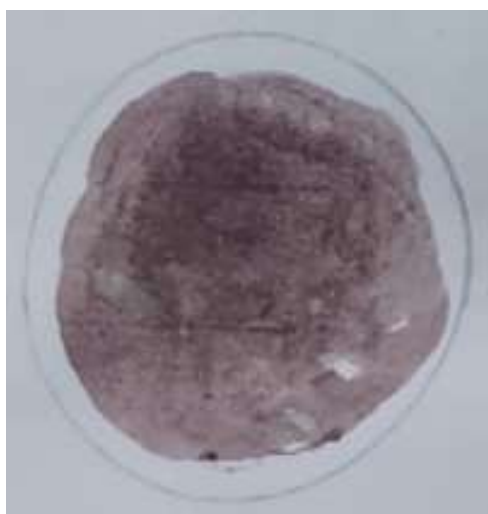


Figura 3. Colorante de mortiño analizado en el espectrofotómetro

La estabilidad y calidad de los pigmentos antocianícos extraídos de mortiño observada en

este estudio es comparable con los reportes internacionales que valoran la liofilización como método superior para conservar la funcionalidad y el color de extractos vegetales. Igualmente, la tendencia a reemplazar colorantes sintéticos por naturales está bien documentada, y los riesgos de los aditivos azoicos para la salud han sido confirmados en experimentos clínicos y epidemiológicos recientes (Osman et al., 2004; Martins et al., 2016; Chequer et al., 2014). La espectrofotometría UV-Vis, como se muestra en este y otros reportes, es el estándar internacional para la caracterización de antocianinas.

COLORANTE	REPETICIÓN	ESTADO	X		Y		Z		AE	FOTOGRAFÍAS	
		Estándar	18,59		16,16		10,62		35,82	MUESTRA	GRÁFICA
	1		28,22	ΔX: -9,63	26,98	ΔY: -10,8	28,75	ΔZ: -18,1	28,17		
	2	Líquido	27,33	ΔX: -8,74	26,74	ΔY: -9,25	28,99	ΔZ: -19,24	32,71		
	3		35,68	ΔX: -7,46	32,8	ΔY: -6,06	34,27	ΔZ: -5,28	36,85		
Mortiño											

Figura 4. Valores de color obtenidos en el espectrofotómetro

El análisis de las coordenadas cromáticas óptimas obtenidas del espectrofotómetro ($X=27.33$, $Y=26.74$, $Z=28.99$) se contextualiza de acuerdo al espacio de color CIE 1931 XYZ, se representa con los valores de la repetición 2 de la tabla 2, misma que representa la respuesta espectral estándar humana de la siguiente manera:

- Coordenada $X=27.33$: Esta representa la contribución del estímulo rojo-verde en la percepción del color. Un valor moderado como 27.33 sugiere una intensidad equilibrada en esa dimensión.

- Coordinada Y=26.74: Es la componente luminancia o brillo percibido, ligada directamente a la sensibilidad visual del ojo humano al verde. Este valor indica una luminancia media, lo que sugiere que el color es ni muy oscuro ni excesivamente brillante.
- Coordinada Z=28.99: Representa la percepción de la componente azul. El valor relativamente alto de 28.99 indica una presencia significativa de azul en el color registrado.

En cuanto al balance cromático y saturación indica que el hecho de que las tres coordenadas (X, Y, Z) tengan valores cercanos indica un color cercano a un gris neutro, pero con un ligero predominio en la componente azul (Z). Esto puede interpretarse como un tinte ligeramente frío, con un matiz azulado perceptible dependiendo del contexto y de la iluminación. Por otro lado, el valor próximo del color indica que el colorante produce un tono que puede percibirse como un gris ligeramente azulado, con buena uniformidad, lo cual es útil para aplicaciones en donde se requiera baja saturación o tonalidades neutras, en este caso el objetivo del colorante es producir colores vivos, brillantes y saturados, estos resultados indican que es necesario ajustar la formulación para aumentar la diferencia de las coordenadas XYZ y lograr un mayor dominio de una componente (ya sea X para rojo o Z para azul, por ejemplo), es decir, en aplicaciones industriales o alimentarias, un color neutro con leve tinte azul puede aportar propiedades estéticas particulares y diferenciadoras; se recomienda validar también el comportamiento del colorante bajo diferentes condiciones de iluminación (luz dieléctrica, luz natural). Finalmente se puede mostrar que las coordenadas XYZ (27.33, 26.74, 28.99) indican un color balanceado con leve predominancia azul, de saturación baja y

luminancia media. Este perfil cromático sugiere un colorante que genera tonos neutros o suaves con un tinte frío, adecuado para aplicaciones que buscan un acabado visual sobrio. Para aumentar saturación o intensidad cromática, se recomendaría estudiar la modificación del espectro de absorción del pigmento para desplazar notablemente alguna de las coordenadas XYZ.

Tabla 2. Análisis físico-químico

No.	Parámetro	Materia prima	Colorante	T
1	pH	3,245	4,247	***
2	ρ (g/mL)	0,965	0,949	**
3	$^{\circ}\text{Bx}$	9,723	10,635	**
4	Nd	1,420	1,364	**
5	%ST	7,824	27,587	***

Fuente: elaboración propia

Se realizó un análisis estadístico t varianza de los análisis físico-químicos (pH, densidad ρ , $^{\circ}\text{Bx}$, índice de refracción nD, y porcentaje de sólidos totales %ST) con respecto al grado de significancia que existe entre la materia prima y el colorante obtenido. Se obtiene como resultados en el mortino, con nivel de significancia (***) muy significativo y un nivel de confianza de 99,9 %, esto se debe a que según la normativa mexicana nom-119- SSA1 el pH los colorantes se tornan a estabilizarse en un rango de 4 a 6, por lo tanto, los valores obtenidos cumplen con dichas especificaciones. En relación a la densidad esta posee para el mortino un nivel de significancia (**) significativo con un nivel de confianza de 99%. En el caso de los $^{\circ}\text{Bx}$ y nD en el mortino su nivel de significancia es (**) significativo con un nivel de confianza de 95%, debido a que el colorante en su composición química contiene mayor cantidad de azúcares. Finalmente, para el porcentaje de Sólidos Totales su grado de significancia es (***) muy significativo con un nivel de confianza de 99,9 %, esto sucede debido a la eliminación de agua en el secado y a la concentración de diferentes compuestos

como son los azúcares y los pigmentos antocianinas.

Tabla 3. Resultados de la medición de λ y absorbancias en el Espectrofotómetro UV-Vis

Nº de muestra	Tipo de Fruta	Tipo de secado	Longitud de onda λ (nm)	Absorbancia de la muestra
1	Mortino	S. Bandeja	558	0,781
2		S. Liofilizador	514	0,5
3		S. atomización	513	2,36

Fuente: elaboración propia

Al realizar el barrido en el espectrofotómetro en las muestras de colorante se obtuvieron las siguientes mediciones como se indica en la Tabla 3, la elección del mejor método de secado para la obtención de colorantes se procedió con una comparación bibliográfica de las longitudes de onda. Se encontró que según el REGLAMENTO (UE) N o 231/2012 la longitud de onda para las antocianinas (515-535 nm), de las muestras las que más se acercaron fueron las muestras obtenidas por el secado de liofilización, en dos de las muestras no se pudo observar mediciones de sus λ y absorbancias, debido a la poca presencia de pigmentos por la oxidación de las mismas.

Tabla 4. Resultados de análisis de metales y microbiológicos en base a la norma nom-119-ssa1-1994

No.	Parámetro	Unidad	Colorante
1	Arsénico	mg/Kg	< 0,01
2	Plomo	mg/Kg	6,134
3	Zinc	mg/Kg	12,217
4	Mohos y Levaduras	UFC/mL	Ausencia

Fuente: elaboración propia

Las muestras obtenidas del secador por liofilización y extracción en el equipo Soxhlet que resultaron como el mejor proceso de obtención para colorantes naturales fueron

analizadas en el laboratorio SAQMIC (Servicios Analíticos Químicos y Microbiológicos), esta evaluación se realizó en base a análisis de Zn, Pb, As y análisis de microorganismos mohos y levaduras, parámetros basados en la norma oficial mexicana nom-119-ssa1-1994. Obteniéndose los siguientes resultados, para el colorante del mortino (antocianinas), < 0.01 de As, 6.134 mg/Kg de Pb, 12.217 mg/Kg de Zn; además de estas pruebas se realizaron análisis microbiológicos, en esta normativa solo se especifica valores de mohos y levaduras que no debe superar más de 100 colonias/Kg, dando como resultado como resultado ausencia de mohos y levaduras en los tres colorantes.

Conclusiones

Los valores obtenidos en los análisis fisicoquímicos de la materia prima son de 3.245 de pH, 0.965 de densidad, 9.723 de °Bx, 1.420 de nD y 7.824 % SA. Los resultados obtenidos en los análisis fisicoquímicos del colorante natural mostraron un pH de 4.247, una densidad de 0.9149, un grado Brix de 10.635, un índice de refracción (nD) de 1.364 y un contenido de ácido ascórbico del 27.587%. Estos valores reflejan las características propias del colorante y su calidad. Al comparar los tres métodos de secado empleados liofilización, secado en bandejas y secado por atomización se determinó que la liofilización a 50 °C es el procedimiento más adecuado para obtener un colorante de mortino con propiedades óptimas. Además, el secado por liofilización demostró ofrecer el mayor rendimiento de extracción, alcanzando un 19.84%, lo que resalta su eficiencia frente a los otros métodos. Por otra parte, al analizar los colorantes naturales provenientes de mortino, uvilla y tuna en cuanto a su contenido de zinc (Zn), plomo (Pb), arsénico (As), así como la presencia de mohos y levaduras, se constató que todos cumplen con los límites establecidos en la

Norma Oficial Mexicana NOM-119-SSA1-1994, garantizando así su seguridad para el consumo. Finalmente, la aplicación de estos colorantes obtenidos mediante liofilización en yogur natural de la marca Toni permitió validar su estabilidad y funcionalidad, evidenciada en una vida útil superior a 30 días.

Referencias Bibliográficas

- Asociación de Reglamentos de Control Sanitario Ambiental (ARCSA). (2015). Emisión de permisos de funcionamiento. <https://goo.gl/vBe8Qz>
- Asociación de Reglamentos de Control Sanitario Ambiental (A RCSA). (2015). Normativa técnica sanitaria unificada para alimentos procesados, plantas procesadoras de alimentos, establecimientos de distribución, comercialización, transporte de alimentos y establecimientos de alimentación colectiva. <https://goo.gl/nERyZ2>
- Asociación de Regulaciones de Calidad (2013). Normativa de control de aplicación de buenas prácticas de manufactura. <https://goo.gl/xi0h52>
- Asociación de Regulaciones de Calidad (AGROCALIDAD). (2014). Buenas prácticas de manufactura a empresas de alimentos. <https://goo.gl/3tLNQj>
- Asociación de Regulaciones e Calidad (AGROCALIDAD). (2014). Norma complementaria para facilitar la aplicación de la Decisión 483 de la Comunidad Andina. <https://goo.gl/zxR9Cy>
- Brito, H. (2013). Diseño y construcción de biodigestores. Ecuador.
- Cajamarca, D. (2012). Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos
- Calvo, I. (2009). El cultivo de la uchuva (*Physalis peruviana*). *Microcuenca Plantón - Pacayas*, (10), 1-112.
- Comunidad Andina. (2000). Normas para el registro, control, comercialización y uso de productos veterinarios. <https://goo.gl/uhGMY3>
- Coulson, J., & Richardson, J. (1988). Ingeniería química: Operaciones básicas. Barcelona: Reverté.
- Dávila, M., & Rojas, P. (2014). Optimización del proceso de elaboración y el uso de los abonos biofermentados (biol). Cuenca.
- Delgado, F., Jiménez, A., & Paredes, O. (2004). Natural pigments. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44(3), 173-289.
- Fernández, G. (2012). Uchuva (*Physalis peruviana* L.). En G. Fischer (Ed.), Manual para el cultivo de frutales en el trópico 851–873. Bogotá.
- Gavilanes, I. (2014). Sostenibilidad del sector agroindustrial de Ecuador mediante el compostaje de sus residuos y el uso agrícola de los materiales obtenidos.
- Jaramillo, P. (2014). Diseño de un ambientador líquido a partir del aceite esencial de Palo Santo. Loja.
- Joulson, G., & Miranda, D. (2012). Uchuva (*Physalis peruviana* L.). En G. Fischer (Ed.), Manual para el cultivo de frutales en el trópico. 851–873. Bogotá.
- Kurlat, J. (2011). Producción de alimentos: recomendaciones para la producción de
- Madrid, A. (1999). Aprovechamiento de los subproductos cárnicos. Madrid: Acribia S.A.
- McCann, D., Barrett, A., Cooper, A., Crumpler, D., Dalen, L., & Grimshaw, K. (2007). A randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. Food additives and hyperactive behaviour in 3-year-olds, 1560–1567.
- Palmay, P. (2011). Optimización de procesos industriales.
- Perú, R. (2012). Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos. 16–17.
- Rodríguez, E. (2005). Metodología de la investigación. México.
- Treybal, R. (1988). Operaciones de transferencia de masa.
- Trujillo, C., & Tapia, R. (2012). *Determinación de adulteración en maíz morado que se expende en mercados de la ciudad*.
- Vásquez, D. (2008). Producción y evaluación de tipos de bioabono. p. 15.

Wetzel, C. (2018). Air fresheners.
[http://www.toxipedia.org/display/toxipedia/
Air+Fresheners](http://www.toxipedia.org/display/toxipedia/Air+Fresheners)



Esta obra está bajo una licencia de
Creative Commons Reconocimiento-No Comercial
4.0 Internacional. Copyright © Benjamín Andrés
Román Santos, Adriana Monserrath Monge
Moreno, Hanníbal Lorenzo Brito Moína y Freddy
Alexander Proaño Quintanilla.

