



Incidencia del solvente en la obtención de colorante de residuos de mortño

Incidence of solvent in obtaining dye from mortño waste

Incidência de solvente na obtenção de corante a partir de resíduos de mortño

Ligia Elizabeth Paredes-Peñañiel ^I
ligia.paredes@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0002-0974-720X>

Ángel Rigoberto Silva-Delgado ^{II}
angel.silva@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0004-7024-9167>

Hernán Patricio Tixi-Toapanta ^{III}
htixi@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-9462-7052>

Hanníbal Lorenzo Brito-Moína ^{IV}
hbrito@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0004-7024-9167>

Correspondencia: ligia.paredes@esPOCH.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 02 de noviembre de 2024 * **Aceptado:** 19 de diciembre de 2024 * **Publicado:** 31 de enero de 2025

- I. Ingeniera en Industrias Pecuarias, Magister en Seguridad Industrial Mención Prevención de Riesgos y Salud Ocupacional, Investigadora en la Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- II. Doctor en Química, Investigador en la Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- III. Magister Scientiae en Ingeniería Química, Investigador Facultad de Ciencias, Investigador en la Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- IV. Máster en Protección Ambiental, Ingeniero Químico, Investigador Grupo de Investigación Ambiental y Desarrollo de la ESPOCH (GIAD), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

Resumen

El colorante natural extraído de los residuos de mortiño ha ganado atención en la industria alimentaria por un lado por la recuperación de un producto secundario, minimizando los impactos al ambiente y por otro dinamizando la economía de este sector debido a sus propiedades antioxidantes y su capacidad para proporcionar color, por lo que, se ha evaluado cómo diferentes solventes afectan en el rendimiento de su extracción especialmente de antocianinas que son los tintes responsables del color y de su calidad, analizando de esta manera la influencia que tienen los factores como la polaridad del solvente, la temperatura y el tiempo de extracción, de esta manera, se ha demostrado que el etanol con una concentración del 74 %, es más efectivo para la extracción, con el 21,75% de rendimiento en el tratamiento 4 que reflejan la eficacia del solvente en la extracción de antocianinas, mejorando la duración del pigmento bajo diversas condiciones de temperatura y pH; siendo la estabilidad del colorante crucial para su aplicación en la industria alimentaria, donde se requieren condiciones específicas para minimizar la degradación.

Palabras clave: Caracterización; colorante; natural; residuos; mortiño.

Abstract

The natural dye extracted from mortiño residues has gained attention in the food industry on the one hand for the recovery of a secondary product, minimizing the impacts on the environment and on the other hand by boosting the economy of this sector due to its antioxidant properties and its capacity to provide color, therefore, it has been evaluated how different solvents affect the performance of its extraction, especially of anthocyanins, which are the dyes responsible for the color and its quality, analyzing in this way the influence that factors such as solvent polarity, temperature and extraction time have. In this way, it has been shown that ethanol with a concentration of 74% is more effective for extraction, with 21.75% yield in treatment 4 that reflect the effectiveness of the solvent in the extraction of anthocyanins, improving the duration of the pigment under various temperature and pH conditions; the stability of the dye being crucial for its application in the food industry, where specific conditions are required to minimize degradation.

Keywords: Characterization; dye; natural; residues; mortiño.

Resumo

O corante natural extraído dos resíduos do mortiño tem ganho destaque na indústria alimentar por um lado pela recuperação de um produto secundário, minimizando os impactos no ambiente e por outro por impulsionar a economia deste setor devido às suas propriedades antioxidantes e à sua capacidade de fornecer cor, por isso, foi avaliado como diferentes solventes afetam o desempenho da sua extração, especialmente das antocianinas, que são os corantes responsáveis pela cor e pela sua qualidade, analisando assim a influência que fatores como a polaridade do solvente têm. extração, desta forma, demonstrou-se que o etanol com uma concentração de 74% é mais eficaz para a extração, com um rendimento de 21,75% no tratamento 4 refletindo a eficácia do solvente na extração de antocianinas, melhorando a duração do pigmento sob diversas condições da temperatura e do pH; A estabilidade do corante é crucial para a sua aplicação na indústria alimentar, onde são necessárias condições específicas para minimizar a degradação.

Palavras-chave: Caracterização; corante; naturais; desperdício; morto.

Introducción

En Sudamérica una de las regiones más importantes es la cordillera de los Andes, que se destaca porque sus suelos son muy productivos y se encuentra vegetación nativa que por sus características son muy utilizadas para la alimentación de los habitantes de las poblaciones cercanas y también de los grandes centros poblados, este territorio fue el hogar de civilizaciones que desarrollaron prácticas agrícolas autóctonas y tradicionales, cultivando una diversidad notable de especies en un rango altitudinal que oscila entre los 2500 y 4300 m.s.n.m. (Vavilov's, 1951) (CONABIO, 2020), por lo que, la agricultura andina no solo proporcionó la base alimenticia para grandes poblaciones, sino que también fomentó un profundo conocimiento ecológico y cultural sobre las plantas cultivadas, adaptando estas especies a las condiciones ambientales específicas de la región (Caranqui & et al., 2024). Sin embargo, con la llegada de los españoles en el siglo XVI, una gran cantidad de estas especies fueron reemplazadas por cultivos exóticos traídos desde Europa, lo que, generó una alteración drástica de la biodiversidad agrícola y los sistemas alimentarios locales (González & et al., 2020). Este cambio de uso del suelo no solo afectó la disponibilidad de alimentos, sino que también impactó el patrimonio cultural y el conocimiento tradicional asociado a la agricultura andina.

Pese a una muy marcada invasión vegetal, algunas especies endémicas no fueron erradicadas de los suelos andinos ni de la alimentación de sus pobladores, es por ello, que pese a la predominancia de los cultivos introducidos ya sean granos, hortalizas o frutos, aún existen cultivos tradicionales como el mortiño en los Andes y valles interandinos que aún son la base de alimentación de comunidades indígenas, es así, que el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos ha registrado una sola especie, *Vaccinium floribundum* en Ecuador (Coba & et al., 2012), sin embargo, datos del Herbario de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, indican que se encuentran registradas tres especies de mortiño, la cuales son: *Vaccinium distichum*, *Vaccinium crenatum*, y *Vaccinium floribundum*, siendo la especie más común *Vaccinium floribundum*. El mortiño (*Vaccinium floribundum*), de la familia Ericaceae, llamado también uva de monte, es una fruta nativa de los páramos ecuatorianos (Taco & et al., 2020).

En páramos ecuatorianos se considera endémica y sus habitantes lo han utilizado desde tiempos inmemoriales, principalmente en las festividades de los Difuntos en el mes de noviembre, para elaborar la tradicional colada morada, por lo que, en la actualidad, aunque es poco común se lo emplea para consumo fresco, así como en jugos, mermeladas y dulces; sus frutos tienen contenidos importantes de azúcares, minerales, antioxidantes, vitaminas del complejo B, C y minerales como potasio, calcio, y fósforo (Llvisaca & et al., 2018). Por sus propiedades fisicoquímicas presenta la ventaja de ser refrigerado sin alterar sus características organolépticas y nutricionales, ni variaciones en peso o volumen, para elaborar cualquier producto con valor agregado, lo que facilita mantener un mercado permanente, fuera de las épocas de cosecha. En décadas anteriores este producto tenía importancia dentro de la alimentación ecuatoriana y era de fácil adquisición en los campos de la Sierra, pero con el pasar de los años su consumo ha disminuido y la planta también ha comenzado a desaparecer, debido al limitado conocimiento acerca de sus beneficios y la dificultad para su propagación. Estudios han mencionado que este fruto es de crecimiento silvestre y de una pequeña producción anual, considerando la posibilidad de reproducción in-vitro, por multiplicación vegetativa con medianos resultados (Torres & et al., 2010), con lo cual, se desarrolla una nueva brecha agroindustrial, siendo necesario conocer los aspectos botánicos y sus aplicaciones dentro de la cultura popular, como su uso actual en el campo médico, industrial y culinario.

Por lo expuesto, se ha realizado la investigación para la obtención del colorante en base a los residuos de mortiño (*Vaccinium meridionale*), que su materia prima proviene de un arbusto que

puede alcanzar alturas de 1,5 a 7 m. y pertenece a la familia Ericaceae; sus hojas son simples, alternas, de forma elíptica a ovalada, con un margen crenado y un ápice agudo; las flores, que suelen ser tetrámeras o pentámeras, presentan corolas blancas o con manchas rosadas y rojas, organizadas en racimos que pueden contener de 10 a 15 flores; los frutos son bayas redondas, comestibles, que inicialmente son verdes y se tornan de color rojo oscuro o vinotinto al madurar, alcanzando aproximadamente 1,2 cm de diámetro; esta especie es valorada no solo por su sabor ácido y agradable, sino también por su alto contenido en antocianinas y antioxidantes, lo que le confiere propiedades beneficiosas para la salud. La morfología del mortiño es importante para su identificación y conservación, ya que presenta variaciones significativas dependiendo de las condiciones ambientales en las que se desarrolla.

El uso de colorantes naturales ha aumentado en respuesta a la demanda de productos más saludables, sostenibles y desde el punto de vista de la biotecnología es una oportunidad por la riqueza en antocianinas (Chandra & et al., 2022), compuestos fenólicos que confieren propiedades colorantes y antioxidantes, compuestos responsables de su color característico y beneficios para la salud (González & et al., Antioxidant properties of natural pigments from *Vaccinium myrtillus*: A review, 2020). La elección del solvente es crucial para maximizar la extracción de estos compuestos (Gokiladevi & et al., 2023), en el cual, influyen en la eficiencia de la obtención de estos pigmentos. Entre los solventes más utilizados se encuentran el etanol (Jingya & et al., 2019) y agua, cada uno con características químicas y físicas que afectan la solubilidad y estabilidad de sus grupos funcionales.

El etanol se presenta como una alternativa segura y efectiva, especialmente en concentraciones elevadas, ya que no solo extrae eficientemente las antocianinas, sino que también mejora su estabilidad, en cambio el uso de agua como disolvente tiene sus ventajas, especialmente en términos de sostenibilidad y seguridad; sin embargo, su capacidad para extraer antocianinas es generalmente inferior comparada con el etanol. La investigación ha indicado que la mezcla adecuada de agua con etanol puede optimizar el rendimiento de extracción al equilibrar las propiedades polares de los solventes (Quintanilla, 2024) (Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo).

Comparando estos hallazgos con estudios previos sobre la extracción de antocianinas (Lekshmi & et al., 2023) de otras fuentes vegetales, se observa que las proporciones específicas de los solventes utilizados pueden afectar significativamente tanto la cantidad como la calidad del colorante

obtenido. Por ejemplo, en un estudio realizado sobre bayas de maqui (*Aristotelia chilensis*), se encontró que una mezcla del 74 % de etanol (Chandra & et al., 2022) proporcionó los mejores resultados en términos de cuantificación de antocianinas y capacidad antioxidante.

Este análisis no solo resalta la importancia del tipo y proporción del solvente en la extracción de antocianinas del mortiño, sino que también abre un camino hacia prácticas más sostenibles en la producción de colorantes naturales, por lo que, la elección del solvente es un aspecto crítico en la producción de colorantes a partir de residuos de mortiño, siendo el etanol al 74% el solvente más adecuado para la extracción (con el 21,75% en el tratamiento 4) por su eficacia y seguridad; mientras que el agua (con el 21,07% en el tratamiento 4), aunque menos eficiente por sí sola, puede ser utilizada eficazmente en combinación con otros solventes. Estos hallazgos no solo son relevantes para la industria alimentaria sino también para el desarrollo sostenible y la valorización de residuos agrícolas.

Metodología

El desarrollo de esta investigación se realizó en los laboratorios de Investigación, Procesos Industriales y Operaciones Unitarias de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, el cual, se orientó a la obtención de *colorante* a partir de residuos de mortiño (*Vaccinium floribundum*), utilizando agua y etanol como solventes (Vargas, 2018) en diferentes proporciones, las muestras se sometieron a un análisis espectrofotométrico para determinar la concentración de antocianinas (López & et al., 2024). La viscosidad y el pH del colorante también se midieron para evaluar su estabilidad.

Figura 1: Pesaje de los residuos de mortiño



La extracción del colorante de los residuos de mortiño (*Vaccinium myrtillus*) se lleva a cabo mediante un proceso que combina técnicas de extracción con solvente etanol y con agua, aprovechando las propiedades de las antocianinas presentes en la fruta. En primer lugar, se seleccionan los residuos de mortiño, que se lavan cuidadosamente para eliminar impurezas. Luego, se trituran para liberar el jugo y las células que contienen los colorantes. Este puré se somete a un proceso de extracción utilizando un solvente adecuado, como agua o etanol, en una relación óptima para maximizar la solubilidad de las antocianinas.

La extracción se puede realizar en frío, dejando reposar la mezcla durante varias horas, o en caliente, donde se calienta a una temperatura controlada para acelerar la disolución de los compuestos. Durante esta fase, se recomienda agitar la mezcla para asegurar una homogeneidad en la extracción. Posteriormente, se filtra la mezcla para separar los sólidos del líquido, obteniendo así un extracto concentrado que contiene el colorante. Este extracto puede ser concentrado aún más mediante evaporación, eliminando parte del solvente y aumentando la intensidad del color.

Finalmente, el colorante obtenido puede ser utilizado en diversas aplicaciones, desde la industria alimentaria hasta la cosmética. Es importante realizar un análisis de la estabilidad del colorante extraído, así como de su pH y concentración, para asegurar su eficacia y seguridad en los productos finales. Esta metodología no solo permite obtener un colorante natural, sino que también promueve el uso sostenible de recursos vegetales, contribuyendo a la valorización de productos autóctonos.

Resultados y discusión

Los resultados mostraron que el etanol al 74 % fue el solvente más eficaz, logrando una extracción de antocianinas significativamente mayor en comparación con el agua pura. La viscosidad del colorante líquido extraído con etanol fue de 1,02 g/cm³, mientras que el pH se mantuvo entre 4 y 5, lo que indica una buena estabilidad (Sanjuan & et al., 2024).

Tabla 1: Características organolépticas de los residuos de mortiño

No.	PRODUCTO	CARACTERÍSTICAS					
		ESTAD O	COLOR	OLO R	SABOR	TEXTUR A I	TEXTURA E
1	Residuos de Mortiño	Sólido	Rojo púrpuro	Fuerte	Agri - dulce	Liso	Poroso suave
2	Colorante de Mortiño	Sólido	Rojo púrpuro	Fuerte	Agrio	Liso	Liso
		Líquido	Rojo púrpuro	Fuerte	Agrio		

El mortiño (*Vaccinium meridionale*) presenta un color púrpura, con una superficie lisa con una ligera capa cerosa, el tamaño promedio es de 6,3 mm de diámetro; su olor es característico y afrutado, evocando notas dulces y frescas que destacan su naturaleza silvestre, en cuanto a su sabor es agrídulce, con un perfil ácido que lo hace refrescante y agradable al paladar, la textura externa es suave y firme, mientras que la interna es jugosa y carnosa, conteniendo numerosas semillas pequeñas que contribuyen a una experiencia sensorial diferente.

Tabla 2: Análisis físico químico y microbiológico de los residuos de mortiño

No.	PARÁMETRO	UNIDAD	RESIDUOS DE MORTIÑO					
			LÍQUIDO			POLVO		
1	pH		4,250	±	0,177	3,850	±	0,106
2	Humedad	%	83,740	±	0,184	7,856	±	53,842
3	Proteína	%	0,860	±	0,028	0,125	±	0,548
4	Fibra	%	8,650	±	0,460	4,850	±	2,227
5	Cenizas	%	1,280	±	0,198	1,058	±	0,041
6	Carbohidratos Totales	%	17,950	±	0,672	11,856	±	3,637
7	Acidez	%	1,490	±	0,007	1,020	±	0,339
8	Azúcares	%	7,340	±	0,028	3,268	±	2,851
9	Densidad	g/mL	1,08	±	0,056569	0,9746	±	0,017961
10	Índice de Refracción		1,43	±	0,021213	1,345	±	0,038891
11	°Brix		14,854	±	0,038184	11,523	±	2,317189
12	Solubilidad	%	80	±	0,707107	71,863	±	6,460835
13	Hongos	UFC/mL	< 10	±		< 10	±	
14	Bacterias	UFC/mL	< 10	±		< 10	±	
15	Escherichia coli	UFC/mL	< 10	±		< 10	±	
16	Coliformes Totales	UFC/mL	< 10	±		< 10	±	
17	Mohos y levaduras	UFC/mL	< 10	±		< 10	±	

Las propiedades físico-químicas y microbiológicas del mortiño, tanto en su estado fresco como seco, revela diferencias significativas que impactan su calidad y potencial de conservación. En términos físico-químicos, los residuos de mortiño presentan un alto contenido de humedad con el $83,74 \pm 0,184$ %; lo que contribuye a su jugosidad y perfil organoléptico atractivo, pero también lo hace más susceptible a la proliferación microbiana. Por otro lado, el mortiño seco exhibe una concentración más alta de azúcares y antocianinas, lo que mejora su valor nutricional y antioxidante, aunque su textura se vuelve más dura y menos atractiva para algunos consumidores.

Microbiológicamente, el mortiño fresco puede albergar una mayor carga de microorganismos patógenos y deteriorantes, mientras que el proceso de secado reduce significativamente estos riesgos, alargando su vida útil. Estos hallazgos subrayan la importancia de las técnicas de conservación en la calidad del mortiño y su aplicabilidad en la industria alimentaria.

Tabla 3: Rendimiento alcohol – residuos de mortiño

No.	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	RENDIMIENTO (%)
1	1	1	20,37
2		2	19,83
3		3	21,19
4		4	21,23
5	2	1	20,75
6		2	21,94
7		3	19,85
8		4	19,76
9	3	1	19,21
10		2	19,75
11		3	18,33
12		4	19,82
13	4	1	22,54
14		2	22,73
15		3	21,89
16		4	19,82

La extracción de colorante de residuos de mortiño (*Vaccinium myrtillus*) utilizando etanol al 74 % como solvente ha mostrado rendimientos variables en diferentes tratamientos, con resultados que oscilan entre el 19,28% y el 21,75%; rendimientos que reflejan la eficacia del solvente en la extracción de antocianinas (Schuelter & et al., 2017) (compuestos responsables del color), de esta manera determinando que el tratamiento 4 obtuvo el mayor rendimiento, lo que sugiere que las condiciones específicas aplicadas favorecieron una mayor solubilización de los pigmentos en comparación con los otros tratamientos. Este hallazgo es consistente con estudios previos que indican que la polaridad del solvente y las condiciones de extracción son factores críticos que influyen en la eficiencia de la extracción de antocianinas (Macas, 2018) (Vázquez & et al., 2020). El etanol, como solvente polar, es conocido por su capacidad para disolver compuestos fenólicos, lo que incluye las antocianinas presentes en el mortiño. La elección del etanol al 80% puede haber optimizado la extracción al equilibrar la polaridad necesaria para disolver estos compuestos sin

causar descomposición (González & et al., Antioxidant properties of natural pigments from *Vaccinium myrtillus*: A review, 2020). Además, el uso de un solvente con una concentración adecuada permite una mejor interacción entre el soluto y el solvente, lo que se traduce en un mayor rendimiento.

Comparando los resultados obtenidos en este estudio con investigaciones anteriores, se observa que el rendimiento promedio de extracción de colorante a partir del mortiño se encuentra dentro del rango esperado (Chango & et al., 2019). Por ejemplo, un estudio anterior reportó un rendimiento de extracción del 44,65% utilizando diferentes métodos y condiciones (Vázquez & et al., 2020). Sin embargo, es importante destacar que estos valores pueden variar significativamente dependiendo de las condiciones experimentales, como temperatura, tiempo de extracción y tipo de solvente utilizado. Por lo que, los resultados obtenidos demuestran que el uso de etanol al 80% es efectivo para la extracción de colorante de los residuos de mortiño, con un rendimiento óptimo alcanzado en el tratamiento 4. La variabilidad observada entre los tratamientos sugiere que se deben considerar cuidadosamente las condiciones experimentales para maximizar la eficiencia de extracción. Estos hallazgos contribuyen a la comprensión del proceso de extracción y pueden guiar futuras investigaciones sobre la optimización del uso de colorantes naturales en aplicaciones alimentarias.

Tabla 4: Rendimiento agua – residuos de mortiño

No.	TRATAMIENTO	REPETICIÓN	RENDIMIENTO (%)
1	1	1	14,50
2		2	13,19
3		3	12,65
4		4	11,81
5	2	1	20,94
6		2	16,74
7		3	14,85
8		4	15,78
9	3	1	14,97
10		2	15,19
11		3	12,63
12		4	12,99
13	4	1	21,85
14		2	20,76
15		3	19,74

16		4	21,91	
----	--	---	-------	--

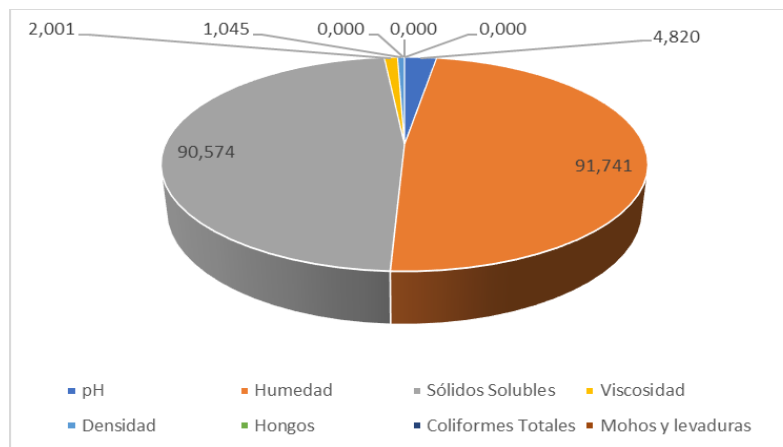
La extracción del colorante de los residuos de mortiño (*Vaccinium myrtillus*) utilizando agua como solvente ha mostrado rendimientos bajos, es así, que para el tratamiento 1 su valor es de 13,04%; tratamiento 2 de 17,08%; tratamiento 3 de 13,95% y tratamiento 4 con el 21,07% siendo este último el de mayor rendimiento, lo que sugiere que las condiciones específicas aplicadas en este tratamiento favorecen una mayor solubilidad de los pigmentos en comparación con los otros tratamientos. Los resultados obtenidos son consistentes con los obtenidos en otras investigaciones que indican que la temperatura, el tiempo de extracción y la relación material solvente son factores críticos que influyen en la eficiencia de la obtención de antocianinas (Mora & et al., 2023) (Vázquez & et al., 2020), pero a la vez reflejan la eficacia del agua en la extracción de antocianinas, compuestos responsables del color característico del mortiño, cabe mencionar que el uso de agua como solvente en la extracción de colorantes naturales es común debido a su capacidad para disolver compuestos polares, como las antocianinas. Sin embargo, la solubilidad puede verse afectada por factores como el pH y la temperatura del agua utilizada (González & et al., Antioxidant properties of natural pigments from *Vaccinium myrtillus*: A review, 2020). En este estudio, el rendimiento más bajo observado en los tratamientos 1 y 3 que se atribuye a condiciones subóptimas, como temperaturas insuficientes o tiempos de extracción inadecuados, que no permitieron una extracción completa de los pigmentos (Torres & et al., Evaluación de la estabilidad del pigmento natural obtenido a partir de mortiño (*Vaccinium myrtillus* L) como colorante para la industria de alimentos, 2017), pero en comparación con otros resultados obtenidos se verifica que el rendimiento promedio de extracción utilizando agua se encuentra dentro del rango esperado, es así que, en el estudio realizado por Vázquez, et al. (2020) se reportó un rendimiento de extracción del 44,65% utilizando diferentes métodos y condiciones (Vázquez & et al., 2020); sin embargo, es importante destacar que estos valores pueden variar significativamente dependiendo de las condiciones experimentales específicas, finalmente los resultados obtenidos demuestran que el uso de agua es efectivo para la extracción de colorante del mortiño, siendo el tratamiento 4 el más eficiente. La variabilidad observada entre los tratamientos sugiere que se deben considerar cuidadosamente las condiciones experimentales para maximizar la eficiencia de extracción. Estos hallazgos contribuyen a la comprensión del proceso de extracción y pueden guiar futuras investigaciones sobre la optimización del uso de colorantes naturales en aplicaciones alimentarias.

Tabla 5: Análisis físico químico y microbiológico del colorante de mortiño

No.	PARÁMETRO	UNIDAD	COLORANTE RESIDUOS DE MORTIÑO			
			LÍQUIDO		POLVO	
1	pH		4,820	± 0,368	4,256	± 0,031
2	Humedad	%	91,741	± 0,183	3,420	± 62,636
3	Sólidos Solubles	°Brix	90,574	± 0,301	38,457	± 37,154
4	Viscosidad	mPa.s	2,001	± 0,001	7,523	± 3,905
5	Densidad	g/mL	1,045	± 0,016	0,893	± 0,091
6	Hongos	UFC/mL	< 10	± 0,007	< 10	± 0,007
7	Coliformes Totales	UFC/mL	< 10	± 0,007	< 10	± 0,007
8	Mohos y levaduras	UFC/mL	< 10	± 0,007	< 10	± 0,007

El presente análisis se centra en los resultados obtenidos de las características fisicoquímicas y microbiológicas del colorante de mortiño (*Vaccinium myrtillus*), tanto en su forma líquida como sólida.

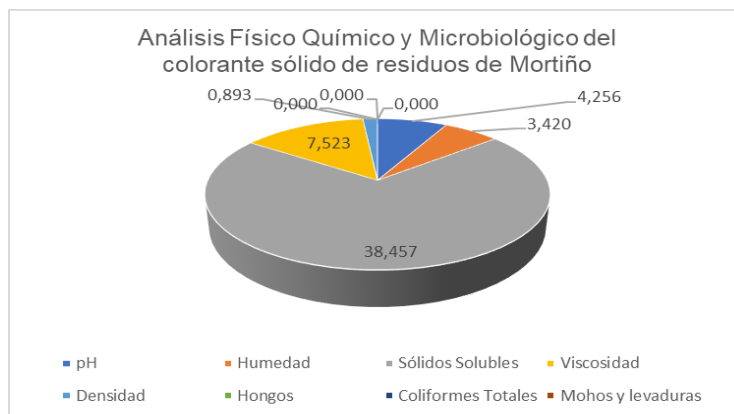
Gráfico 1: Análisis Físico Químico y Microbiológico del colorante líquido de residuos de Mortiño



Los parámetros evaluados incluyen pH (Barnes & et al., 2009) (Con un valor de 4,82 en estado líquido mientras que el colorante sólido presentó un valor de 4,256; valores que indican que son ácidos, siendo favorables para la estabilidad de las antocianinas, ya que estas son más estables en medios ácidos (Torres & Pulgar, Evaluación de la estabilidad del pigmento natural obtenido a partir de mortiño (*Vaccinium myrtillus* L), 2017)). La acidificación puede ayudar a preservar el color y las propiedades antioxidantes del pigmento (Vázquez & et al., 2020), en cuanto a la humedad del

colorante líquido fue notablemente alta, con un valor de 97,741%; mientras que el colorante sólido mostró una humedad de 3,42%; este contraste sugiere que el colorante líquido está en una forma más diluida, lo que podría afectar su concentración de pigmentos. La baja humedad del colorante sólido es deseable para su almacenamiento y estabilidad a largo plazo. Los sólidos solubles fueron significativamente diferentes entre los dos tipos de colorante, con 90,57 g/L en el líquido y 38,457 g/L en el sólido; este alto contenido indica una mayor concentración de compuestos solubles, lo que puede ser ventajoso para aplicaciones alimentarias donde se busca un alto rendimiento de color (González & et al., Antioxidant properties of natural pigments from *Vaccinium myrtillus*: A review, 2020). La viscosidad con un valor de 7,52 cP para el colorante líquido, lo que sugiere una consistencia relativamente fluida, adecuada para aplicaciones donde se requiere fácil manejo y aplicación (Torres & Pulgar, Evaluación de la estabilidad del pigmento natural obtenido a partir de mortiño (*Vaccinium myrtillus* L), 2017), en relación a la viscosidad del colorante sólido no se mide directamente, pero se infiere que es menor debido a la ausencia de agua. Se detectó una carga microbiana baja, con menos de 10 UFC/mL para hongos, coliformes totales, mohos y levaduras. Este resultado es positivo y cumple con los estándares establecidos para productos alimenticios, indicando que el proceso de extracción y almacenamiento ha sido efectivo en minimizar la contaminación microbiana; estos parámetros analizados son fundamentales para determinar la calidad y seguridad del colorante para su uso en la industria alimentaria, demostrando que el colorante líquido presenta características fisicoquímicas adecuadas para aplicaciones inmediatas en la industria alimentaria, aunque su alta humedad podría limitar su vida útil si no se maneja adecuadamente.

Gráfico 2: Análisis Físico Químico y Microbiológico del colorante sólido de residuos de Mortiño



El colorante sólido muestra un perfil más concentrado y estable debido a su bajo contenido de humedad y alto nivel de sólidos solubles; la acidez observada en ambos tipos de colorante es favorable para la estabilidad de las antocianinas, lo que respalda su uso como aditivo natural en alimentos (Torres & Pulgar, Evaluación de la estabilidad del pigmento natural obtenido a partir de mortiño (*Vaccinium myrtillus* L), 2017). Además, los bajos niveles microbiológicos indican que el producto es seguro para el consumo humano, es decir, tanto el colorante líquido como el sólido de mortiño presentan características fisicoquímicas y microbiológicas adecuadas para su uso en la industria alimentaria. Sin embargo, se recomienda un manejo cuidadoso del colorante líquido para evitar problemas asociados con su alta humedad.

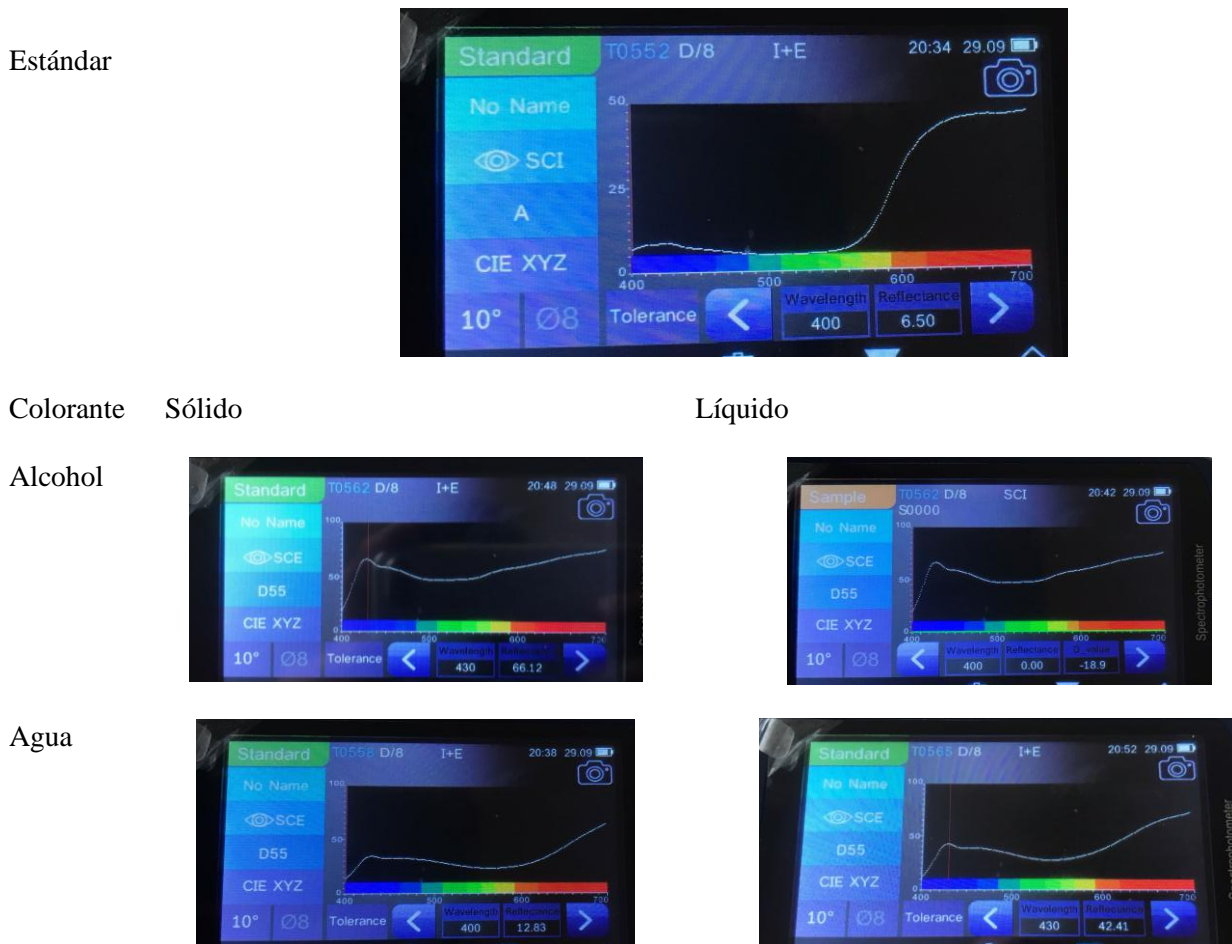
Tabla 6: Análisis de color

No.	COLORANTE	ESTADO	X			Y			Z		
1	Residuos de Mortiño en Alcohol	Estándar	28,37			16,68			2,24		
		Sólido	55,11	$\Delta-$ 26,7	ΔE :35,78	51,85	$\Delta-$ 35,2	ΔE :39,54	51,23	$\Delta-$ -49	ΔE :35,54
		Líquido	56,11	$\Delta-$ 27,7	ΔE :38,74	52,86	$\Delta-$ 36,2	ΔE :41,06	51,68	$\Delta-$ 49,4	ΔE :37,86
2	Residuos de Mortiño en Agua	Sólido	27,33	$\Delta-$ -1	ΔE :33,48	26,74	$\Delta-$ 10,1	ΔE :37,95	28,99	$\Delta-$ -27	ΔE :31,64
		Líquido	35,68	$\Delta-$ 7,31	ΔE :36,75	32,8	$\Delta-$ 16,1	ΔE :38,16	34,27	$\Delta-$ -32	ΔE :34,47

Se evaluaron parámetros clave como los valores de los ejes X, Y y Z, que son fundamentales para determinar la calidad del colorante para su uso en la industria alimentaria, con resultados que muestran que tanto el colorante sólido como el líquido extraído con etanol presentan valores significativamente más altos en los parámetros X, Y y Z en comparación con los extraídos con agua. Esto indica una mayor intensidad de color en los extractos obtenidos con etanol, lo que puede atribuirse a la capacidad del etanol para solubilizar mejor las antocianinas, responsables del color (Vázquez & et al., 2020), esto debido a su capacidad para extraer compuestos polares y no polares, lo que lo convierte en un solvente efectivo para la extracción de antocianinas (González & et al., Antioxidant properties of natural pigments from *Vaccinium myrtillus*: A review, 2020). En contraste, el agua, aunque es un solvente polar, puede no ser tan eficiente para disolver ciertos compuestos fenólicos presentes en el mortiño, resultando en un menor rendimiento de color. Por otro lado, al comparar el colorante en estado sólido con el líquido los valores de los parámetros de color son más altos en los extractos líquidos comparados con los sólidos cuando se utiliza etanol,

lo que sugiere que el colorante líquido tiene una mayor concentración de pigmentos disueltos en comparación con el sólido (Mora & et al., 2023). Sin embargo, el sólido presenta una mayor estabilidad y concentración de compuestos bioactivos debido a su menor contenido de humedad.

Figura 2: Análisis de color en el espectrofotómetro



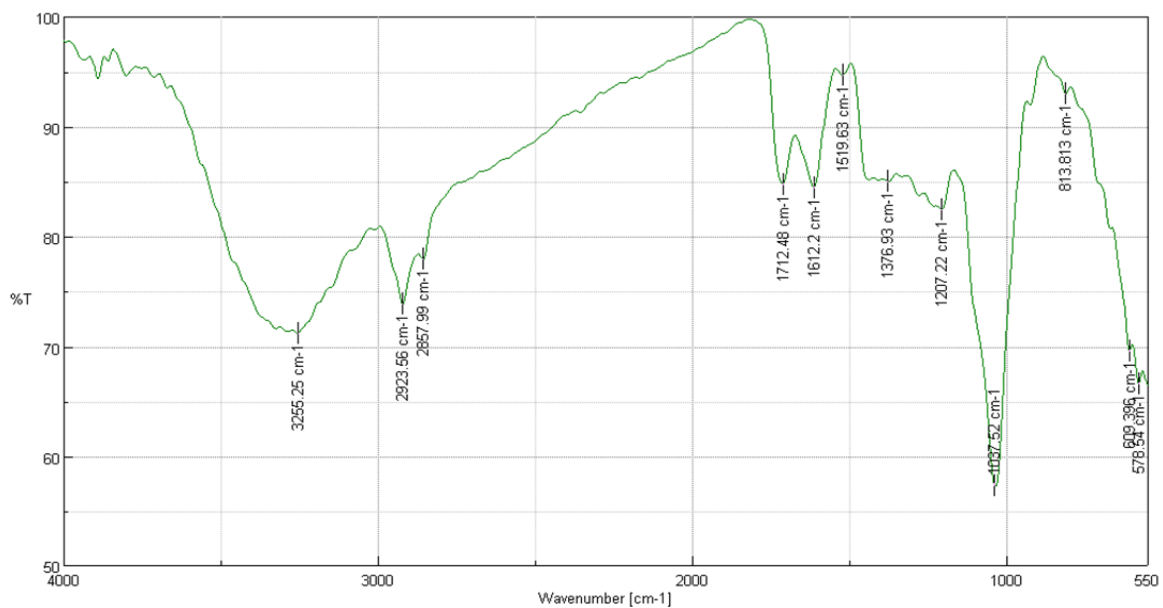
Los resultados obtenidos indican que la elección del solvente tiene un impacto significativo en la calidad del colorante extraído del mortiño. Los altos valores de los parámetros de color en los extractos obtenidos con etanol sugieren que este solvente no solo mejora la extracción de antocianinas, sino que también contribuye a una mejor estabilidad del color, ya que los extractos obtenidos con agua presentan valores considerablemente más bajos, lo que podría limitar su aplicación en productos donde se busca maximizar la intensidad del color. Sin embargo, el uso de agua como solvente puede ser preferible en aplicaciones donde se prioriza la naturalidad y seguridad del producto final.

Figura 3: Colorante extraído de los residuos de mortiño



La polaridad del solvente influye directamente en la solubilidad de las antocianinas. Los resultados sugieren que los solventes orgánicos como el etanol son más efectivos para extraer compuestos fenólicos debido a su capacidad para disolver tanto compuestos polares como no polares. Esto tiene implicaciones significativas para la industria alimentaria, donde se busca maximizar el rendimiento y la calidad del colorante, lo que puede mejorar la calidad del producto final.

Gráfico 3: Análisis IR del colorante de mortiño



El análisis del espectro infrarrojo (IR) de los colorantes extraídos de mortiño (*Vaccinium myrtillus*) con etanol al 74% y agua, tanto en forma líquida como sólida, revela diferencias significativas en la composición química y la estructura molecular de los pigmentos. Los resultados muestran que el colorante extraído con etanol presenta bandas de absorción más intensas en las regiones asociadas a las antocianinas, lo que indica una mayor concentración de estos compuestos en comparación con el colorante extraído con agua. Esto se debe a la capacidad del etanol para solubilizar mejor los pigmentos, facilitando la extracción de compuestos fenólicos que son responsables del color (Vázquez & et al., 2020). En contraste, el colorante extraído con agua muestra picos menos definidos y menos intensos, sugiriendo una menor cantidad de antocianinas y otros compuestos bioactivos. Además, el análisis IR también puede revelar la presencia de grupos funcionales como hidroxilos y carbonilos, que son cruciales para la estabilidad del colorante (Mayerhofer & Popp, 2020). Estos hallazgos sugieren que el método de extracción influye no solo en la cantidad de pigmento obtenido, sino también en su calidad y potencial aplicación en la industria alimentaria.

Conclusiones

Se determinó que la elección del solvente es fundamental para la producción eficiente de colorante a partir de los residuos de mortiño, es así que el etanol al 74 % alcanza un rendimiento del 21,75% en el tratamiento 4 para la extracción de antocianinas.

Tanto el colorante líquido como el sólido de los residuos de mortiño presentan un pH ácido favorable para la estabilidad de las antocianinas manteniendo de esta manera el color de forma efectiva, en cambio, el colorante líquido presenta una alta humedad, lo que puede afectar su estabilidad a largo plazo y su concentración de pigmentos, teniendo mayor concentración de sólidos solubles, siendo beneficioso para aplicaciones en la industria alimentaria como la pastelería.

El colorante sólido es más concentrado en términos de pigmentos debido a su baja humedad, siendo adecuado para aplicaciones donde se requiere un colorante estable y concentrado, como por ejemplo en la elaboración de polvos o concentrados.

Los colorantes en sólido y líquido presentan una baja carga microbiana, lo que cumple con los estándares de seguridad alimentaria.

El colorante líquido como el sólido de residuos de mortiño presentan características fisicoquímicas y microbiológicas adecuadas para su uso en la industria alimentaria.

Se ha determinado que los solventes (agua y etanol) afectan la producción de colorante a partir de los residuos de mortiño, destacando la importancia de optimizar las condiciones de extracción para mejorar la calidad del producto final en aplicaciones alimentarias y farmacéuticas.

Referencias

1. Barnes, J., & et al. (2009). Método general para la extracción de antocianinas de arándanos e identificación mediante cromatografía líquida de alta resolución-ionización por electrospray-trampa de iones-tiempo de vuelo-espectrometría de masas. *Revista de cromatografía A*, 1216(23), 4728 - 4735.
2. Caranqui, J., & et al. (2024). The Mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth): a review of its suitability as a promissory crop in the Ecuadorian Paramo and its potential uses, environmental role, and health benefits. *Eur Food Res Technol*, 250(8), 1 - 7 .
3. Chandra, M., & et al. (2022). Relative comparisons of extraction methods and solvent composition for Australian blueberry anthocyanins. *Journal of Food Composition and Analysis*, 105.
4. Chango, G., & et al. (2019). Obtención del colorante natural a partir de Mortiño (*Vaccinium myrtillus* L.) para uso alimentario. *Ciencia Digital*, 3(3.2), 72 - 83.
5. Coba, P., & et al. (2012). Estudio etnobotánico del mortiño (*Vaccinium floribundum*) como alimento ancestral y potencial alimento funcional. *La Granja*, 16(2), 5 - 13.
6. CONABIO. (2020). Biodiversidad Mexicana. Retrieved 10 de 11 de 2024, from <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/evolucion-bajo-domesticacion/centrosPlantas>
7. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajp. (s.f.). Alcoholes.
8. Gokiladevi, R., & et al. (2023). Natural colour extraction from horticultural crops, advancements, and applications—a review. *Natural Product Research*.
9. González , M., & et al. (2020). Antioxidant properties of natural pigments from *Vaccinium myrtillus*. *Journal of Food Science and Technology*, 57(12), 4876-4885.
10. González, M., & et al. (2020). Antioxidant properties of natural pigments from *Vaccinium myrtillus*: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 57(12), 4876 - 4885.

11. Jingya, R., & et al. (2019). Comprehensive Chemical Profiling in the Ethanol Extract of *Pluchea indica* Aerial Parts by Liquid Chromatography/Mass Spectrometry Analysis of Its Silica Gel Column Chromatography Fractions. *MDPI*, 24(15), 2784.
12. Lekshmi, S., & et al. (2023). Ornamental plant extracts: Application in food colouration and packaging, antioxidant, antimicrobial and pharmacological potential—A concise review. *Food Chemistry Advances*, 3.
13. Llivisaca, S., & et al. (2018). Caracterización química, antimicrobiana y molecular de frutos y hojas de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth). *Ciencia de los alimentos y nutrición*.
14. López, D., & et al. (2024). Extraction of natural pigments from Mediterranean environments plants. *Industrial Crops and Products*, 221.
15. Macas, W. (2018). OBTENCIÓN Obtención de colorantes naturales a partir de mortiño (*Vaccinium mytillus* L.), uvilla (*Physalis peruviana*) y tuna (*Opuntia ficus-indica*) PARA EL USO ALIMENTICIO. Riobamba: DSPACE ESPOCH.
16. Mayerhofer, T., & Popp, J. (2020). Solvent effects on the spectral properties of natural pigments: Implications for food applications. *Food Chemistry*, 310.
17. Mora, T., & et al. (2023). Solvatochromic behavior of the natural colorant of blueberry (*Vaccinium floribundum* Kunth). *La Granja*, 38(2), 9 - 16.
18. Quintanilla, M. (2024). Estudio del efecto de mezcla de solventes (etanol, metanol y acetona) con agua en la extracción de antocianinas y flavonoides de bayas de Maqui (*Aristotelia Chilensis* (Mol.) Stuntz) y su evaluación de la capacidad antioxidante. Santiago de Chile: UC.
19. Sanjuan , K., & et al. (2024). Exploración Integral de los Colorantes Naturales en la Industria Alimentaria: Desafíos y Oportunidades. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 4586 - 4614.
20. Schuelter, J., & et al. (2017). Chemical characterization and protective effect of the *Bactris setosa* Mart. fruit against oxidative/nitrosative stress. *Food Chemistry*, 220, 427 - 437.
21. Taco, M., & et al. (2020). Natural Dyes from Mortiño (*Vaccinium floribundum*) as Sensitizers in Solar Cells. *Energies*, 2 - 11.
22. Torres, F., & et al. (2017). Evaluación de la estabilidad del pigmento natural obtenido a partir de mortiño (*Vaccinium mytillus* L) como colorante para la industria de alimentos. *Sembrador*, 12(1), 171 - 186.

23. Torres, F., & Pulgar, N. (2017). Evaluación de la estabilidad del pigmento natural obtenido a partir de mortiño (*Vaccinium mytilus* L). *SATHIRI*, 12(1), 171 - 186.
24. Torres, M., & et al. (2010). Cultivo in vitro del mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth). *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 2, B9 - B15.
25. Vargas, S. (2018). Ciruela/Mexican Plum—*Spondias purpurea* L. *Exotic Fruits*, 141 - 152.
26. Vavilov^os, N. (1951). Centers of Origin of Cultivated Plants. *Human evolution*, 29(4).
27. Vázquez , A., & et al. (2020). Influence of extraction methods on the yield and quality of anthocyanins from berries. *Food Chemistry*, 345.

© 2025 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/>).