

# Uso potencial del pigmento de Muicle (*Justicia Spicigera*) en la industria alimentaria

*Potential use of Muicle pigment (*Justicia Spicigera*) in the food industry*

<https://doi.org/10.5281/zenodo.13909871>

**AUTORES:** Laura Cecilia Londoño Moreira<sup>1\*</sup>

Alex Alberto Dueñas Rivadeneira<sup>2</sup>

**DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA:** [londono3681@utm.edu.ec](mailto:londono3681@utm.edu.ec)

**Fecha de recepción:** 05 / 07 / 2024

**Fecha de aceptación:** 23 / 09 / 2024

## RESUMEN

El uso de pigmentos en la industria alimentaria ha cobrado gran relevancia. Por esta razón, el presente artículo de revisión investigó el empleo del Muicle (*Justicia Spicigera*) como un pigmento natural. Este compuesto tiene potencial para ser utilizado como aditivo en alimentos procesados, ofreciendo una alternativa a los colorantes artificiales. El Muicle es una planta originaria de México, es conocida a través de diferentes países debido a las propiedades que se le da en el campo de la medicina, posee compuestos bioactivos, flavonoides, antioxidantes, antimicrobianas y antiinflamatorias. La industria alimentaria busca alternativas naturales, ya que los mercados objetivos en la actualidad prefieren el consumo de alimentos saludables, por tal razón se ha incrementado la utilización de pigmentos naturales en el procesamiento de bebidas, dulces, helados y productos de repostería, lácteos y ciertos productos cárnicos, el pigmento es de tonalidad rojo brillante, la capacidad antimicrobiana que posee el Muicle permite la conservación, prolongando la vida útil de los alimentos. De la misma manera es importante tener en cuenta diferentes

---

<sup>1\*</sup> Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Posgrado, Maestría en Agroindustria, Chone-Ecuador, [londono3681@utm.edu.ec](mailto:londono3681@utm.edu.ec)

<sup>2</sup> Universidad Técnica de Manabí, Departamento de Procesos Agroindustriales, Facultad de Ciencias Zootécnica, [alex.duenas@utm.edu.ec](mailto:alex.duenas@utm.edu.ec)

parámetros para el procesamiento a escala industrial como lo es la luz, color y pH ya que, al ponerse en contacto con otros alimentos, es probable que se potencialicen las cualidades. La utilización del pigmento del Muicle (*Justicia Spicigera*), mejora la calidad, además de existir la necesidad de consumo de productos naturales y saludables.

**Palabras clave:** *Aditivo, compuestos bioactivos, nutricional, parámetros, productos, saludable*

## **ABSTRACT**

The use of pigments in the food industry has become very relevant. For this reason, this review article investigated the use of Muicle (*Justicia Spicigera*) as a natural pigment. This compound has the potential to be used as an additive in processed foods, offering an alternative to artificial colors. Muicle is a plant native to Mexico, it is known through different countries due to the properties it is given in the field of medicine, it has bioactive, flavonoid, antioxidant, antimicrobial and anti-inflammatory compounds. The food industry is looking for natural alternatives, since the target markets currently prefer the consumption of healthy foods, for this reason the use of natural pigments has increased in the processing of beverages, sweets, ice cream and confectionery products, dairy products and certain meat products, the pigment is bright red, the antimicrobial capacity that Muicle has allows conservation, prolonging the shelf life of food. In the same way, it is important to take into account different parameters for processing on an industrial scale such as light, color and pH since, when in contact with other foods, it is likely that the qualities will be enhanced. The use of Muicle pigment (*Justicia Spicigera*) improves quality, in addition to the need for the consumption of natural and healthy products.

**Keywords:** *Additive, bioactive compounds, nutritional, parameters, products, healthy*

## **INTRODUCCIÓN**

La necesidad de utilización de ingredientes saludables en la formulación de los productos alimentarios, ha generado gran importancia en los últimos años debido a su impacto significativo en la salud y el bienestar general de las personas, en este sentido los pigmentos naturales derivados de diferentes plantas medicinales son una alternativa viable para ofrecer a los consumidores, un colorante natural que puede reemplazar a los colorantes artificiales.

Esta es una estrategia nutricional de aporte balanceado para la ingesta diaria (Pérez et al., 2022).

Los primeros hallazgos sobre la utilización del Muicle (*Justicia Spicigera*) reconocida como (muitle, muicle, hierba tinta) es una planta endémica de Mesoamérica, que crece desde México hasta el sur de Colombia y se emplea en México desde la época prehispánica para tratar la disentería, gonorrea, sarna, fiebre y sangrado uterino (Vega et al., 2012), utilizada ancestralmente en las comunidades Indígenas, dándole diferentes usos: colorante natural, conservante, antiespasmódico. Esta planta ha tenido muy poca acogida por la investigación científica, pero en los últimos tiempos se ha tratado de estudiar las propiedades que contiene, por lo cual ha sido tomada como un objeto de estudio y de análisis científico (Aranda et al., 2022).

Los compuestos bioactivos presentes en la estructura de la planta del Muicle lo hacen reconocido y utilizado en la industria farmacéutica y en la industria alimentaria. Esta planta, es utilizada como colorante natural, ofrece una gama de colores que varía desde un rojo intenso a un purpura. Además de su valor estético, el Muicle destaca por sus propiedades beneficiosas para la salud. A pesar de haber sido subestimado durante mucho tiempo en el ámbito científico, su reciente estudio ha revelado su potencial (Murillo et al., 2022).

La falta de utilización de la *Justicia Spicigera* presenta una oportunidad significativa para la investigación y el aprovechamiento de esta planta en la industria alimentaria. Su inclusión puede potenciar las propiedades nutritivas de productos como el chocolate mejorando tanto sus las notas de sabor como sus aromas. Esto abre nuevas posibilidades para la creación de productos no tradicionales y funcionales, ofreciendo una alternativa innovadora y saludable en el mercado alimentario (Alvarado et al., 2024).

Los primeros hallazgos registrados sobre el uso de la *Justicia Spicigera* se remontan al siglo XVI, cuando Francisco Hernández documentó su utilización para tratar enfermedades como: gonorrea, escabiosis, fiebre y la anemia (Castro et al., 2022). En la actualidad ha aumentado el interés por la aplicación de pigmentos de origen natural en la industria alimentaria debido a sus propiedades antioxidantes y potenciales beneficios para la salud (Jiménez et al., 2023).

Pese a todos los avances de investigación que ha tenido el pigmento del Muicle en la industria alimentaria, se ha presentado como una alternativa y desafío de aplicación para los alimentos sustituyendo los colorantes sintéticos que ocasionan reacciones alérgicas que se utilizan en la industria alimentaria los cuales han sido sometidos a diferentes críticas y restricciones comerciales debido a posibles efectos perjudiciales en la salud de los consumidores. El potencializar la utilización del pigmento de Muicle es una alternativa viable debido a la estabilidad que promete de color y los mecanismos de acción bioactivos que posee, además de garantizar la seguridad microbiológica y sostenibilidad alimentaria para los consumidores (Calvario et al., 2019).<sup>44</sup>

Esta revisión ha permitido explorar de manera exhaustiva las diferentes alternativas en la industria alimentaria en la composición física y química del Muicle las propiedades funcionales además de los diferentes estudios y avances tecnológicos para mejorar la salud y favorecer el consumo de alimentos saludables en la sociedad. Las propiedades nutricionales y curativas del Muicle han sido objeto de estudios científicos recientes, los cuales revelan que esta planta puede ser beneficiosa para tratar diversos síntomas y enfermedades crónicas. En particular, el consumo de productos que contienen Muicle puede mejorar la salud cardiovascular y regular el metabolismo. Estos avances en la investigación promueven el uso del Muicle como un complemento saludable en la dieta (Guzmán, 2023).

Además, se han explorado diversas alternativas de procesamiento del Muicle, desarrollando formulaciones que no alteran la composición de alimentos como bebidas, productos de repostería y panadería, lácteos, productos cárnicos y suplementos dietéticos. Estas investigaciones han revelado los desafíos asociados con la aplicación de extractos y pigmentos naturales en la producción de alimentos funcionales, abriendo nuevas posibilidades para su uso sin comprometer la calidad y el valor nutricional de los productos (Zurita, 2022).

El presente artículo de revisión tiene como objetivo primordial investigar los diversos usos del pigmento de Muicle (*Justicia Spicigera*) en la agroindustria alimentaria, las investigaciones más reciente resumen que la utilización de estos pigmentos naturales son sustitutos potenciales de diferentes pigmentos químicos degenerativos, es por tal razón que la investigación científica se ha visto inmersa en el uso potencial del pigmento de origen

natural. La transformación de los derivados de plantas promueve la sostenibilidad en la industria.

## METODOLOGÍA

Esta investigación sistemática se ha llevado a cabo utilizando la metodología de investigación documental, examinando 40 fuentes bibliográficas y analizándolas mediante los criterios de inducción e inferencia en relación con los planteamientos más comunes sobre Uso potencial del pigmento de muicle (*Justicia Spicigera*) en la industria alimentaria. Se ha garantizado la heterogeneidad de los hallazgos teóricos y prácticos analizados en el estudio mediante la revisión de diversas fuentes, como medios electrónicos, libros científicos, revistas e investigaciones en la materia con ayuda de fuentes bibliográficas siendo estas: Scopus, Latindex, Web of Science, MDPI.

## RESULTADOS

### Antecedentes del Muicle

La planta conocida como Muicle, biblia, planta milagrosa o *Justicia Spicigera*, ha sido tradicionalmente utilizada en la medicina ancestral por sus propiedades medicinales. Se ha empleado para tratar diversos malestares, incluyendo la anemia y problemas gastrointestinales, así como para regular los niveles de azúcar en la sangre, gracias a sus características antioxidantes y antimicrobianas. Esta planta es considerada tradición herbolaria debido a las características potenciales curativa en México destacando como uno de los países donde se aplican estos conocimientos. Pertenece al grupo de las angiospermas y se presenta como un arbusto que puede alcanzar alturas de 1 a 5 metros. Sus hojas son elípticas y sus flores, de tonalidades rosadas y anaranjadas, son tubulares. En la tabla 1 se detalla la taxonomía de esta planta (Hernández et al., 2023).

Taxonomía	
Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta

<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Subclase</b>	Asteridae
<b>Orden</b>	Lamiales
<b>Familia</b>	Acanthaceae
<b>Subfamilia</b>	Acanthoideae
<b>Género</b>	Justicia
<b>Especie</b>	Justicia Spicigera

**Tabla 1.** Clasificación fisiológica del Muicle

**Fuente:** (Pérez et al., 2022)

La composición química del pigmento de la Justicia Spicigera posee compuestos bioactivos, que incluyen antocianinas, flavonoides y compuestos fenólicos, además de metabolitos secundarios. Estos componentes hacen de este pigmento un colorante natural con propiedades antioxidantes que contribuyen a las características sensoriales de los alimentos. Además, el Muicle posee efectos antimicrobianos y antiinflamatorios, lo que lo convierte en un valioso contribuyente en la industria farmacéutica (Vega et al., 2021)

<b>Compuesto</b>	<b>Cantidad promedio (mg/100 mL)</b>
<b>Antocianinas</b>	220 - 391
<b>Flavonoides</b>	50 - 150
<b>Compuestos fenólicos</b>	30 – 100
<b>Metabolitos secundarios</b>	10 - 50

**Tabla 2.** Compuestos bioactivos presentes en el pigmento de la Justicia Spicigera

**Fuente:** (García et al., 2022).

Según ensayos realizados, el pigmento del Muicle posee una capacidad antioxidante, antimicrobiana y antiinflamatoria y una baja proporción activa para evitar intoxicaciones de consumo. Las cuales permiten realizar una neutralización de oxígeno e inhibir el

crecimiento de los microorganismos, además de presentar respuestas de inmunidad en el huésped (Zurita, 2022).

Según Calvario et al., (2019) el pigmento es utilizado en la industria de los alimentos sustituyendo diferentes colorantes artificiales. En la actualidad se ha incrementado la tecnología para extraer pigmentos naturales, incluyendo diferentes variedades de plantas que poseen pigmentos naturales. El Muicle posee una tonalidad roja entre rojo y morado dando como efecto final una gama de 5 colores de Justicia Spicigera (rojo, morado, rosado, púrpura, rosado brillante), lo que permite una estabilidad oxidativa de los alimentos y prolongar la vida de anaquel de los productos procesados, especialmente en productos que son sensibles a la oxidación lipídica y la degradación microbiana (Calvario et al., 2019).

El color del pigmento del Muicle es crucial para la experiencia sensorial de los alimentos. Según estudios realizados, este pigmento muestra una notable resistencia al efecto de la luz, temperatura entre 50 – 60 °C y el pH neutro ligeramente ácido, que suele ser entre 3,0 y 7,0. Esto no solo estabiliza la vida útil del producto en el anaquel, sino que también proporciona la durabilidad necesaria a los productos elaborados con la aplicación del pigmento de Justicia Spicigera. Además, potencia los parámetros sensoriales como el sabor, el olor, la textura y la apariencia visual, mejorando así la calidad percibida por los consumidores (Altos, 2023).

Es necesario para la industria alimentaria preservar la seguridad de los alimentos previo al consumo, por tal razón que el pigmento natural según estudios de toxicidad aguda y crónica demostraron que posee un perfil de seguridad que permite un nivel de la ingesta diaria del 5%, permisible evitando el riesgo para la salud humana, más bien posee propiedades las cuales han sido determinado evaluadas por la industria farmacéutica (Esquivel et al., 2013).

Concentración	Cantidad de Justicia Spicigera (g/L)	Ingesta Diaria Permisible (g)
1%	10	3
2%	20	6
3%	30	9

4%	40	12
5%	50	15

**Tabla 3**

**Fuente:** (Hernández et al., 2023).

Pese a toda la investigación existente del muicle, es evidente que existen diferentes áreas que aún no han sido abordadas. El arbusto del Muicle tiene un alto potencial en las industrias alimentaria y farmacéutica. Investigaciones futuras permitirán acceder a diversos conocimientos, incluyendo los procesos de extracción y purificación que mejoran la estabilidad del color, la comprensión de los mecanismos de los bioactivos y las propiedades nutricionales que posee (Núñez et al., 2022).

El principal objetivo de este artículo de revisión bibliográfica ha sido dirigido a mostrar los avances de las investigaciones del Muicle en la industria de los alimentos, destacando sus propiedades funcionales y diversas aplicaciones tecnológicas. El pigmento natural del Muicle es una alternativa sostenible y natural para evitar el uso de colorantes artificiales, los cuales pueden causar daños a la salud, además de alargar la vida útil de los productos alimenticios (Murillo et al., 2022).

Existen diferentes resultados presentados que aseguran la potencia del pigmento del Muicle Justicia Spicigera en la aplicabilidad de la industria alimentaria. Estos resultados ofrecen una visión panorámica de las propiedades fundamentales del Muicle y las tecnologías que deben considerarse para asegurar la calidad del pigmento. Diferentes áreas de investigación están asociadas con la utilización del pigmento de origen natural en alimentos procesados que actualmente contienen colorantes artificiales. Por estas razones, se han obtenido resultados significativos en la presente investigación (Noriega et al., 2022).

El Muicle se reconoce en la medicina herbal por las siguientes propiedades:

**Antioxidante:** esto indica que es capaz de proteger las células que son afectadas por causa de los radicales libres y el estrés oxidativo (Saavedra et al., 2024).

**Antiinflamatorio:** según investigaciones se ha descubierto que los pigmentos extraídos por la Justicia Spicigera, puede producir un efecto antiinflamatorio que puede ayudar a la inflamación de cualquier parte del cuerpo en general (Baqueiro & Guerrero, 2014).

**Antimicrobiano:** puede ayudar a combatir diferentes tipos de microorganismos, hongos y bacterias protegiendo a los alimentos, prolongando la conservación los alimentos (Thongphichai et al., 2023).

**Cicatrizante:** el pigmento del muicle, posee propiedades cicatrizantes que son utilizadas en las curaciones de heridas (Amorim et al., 2017).

**Anticancerígeno:** la investigación de los autores Calvario et al., (2019) muestran resultados alentadores en el análisis del pigmento de Justicia Spicigera, sugiriendo que podría actuar como inhibidor del crecimiento de células cancerosas. Sin embargo, se requiere realizar más investigaciones para comprender mejor el efecto de su acción en este contexto.

## **DISCUSIÓN**

La planta del Muicle es un arbusto que se encuentra en diferentes regiones, las propiedades físico-químicas dependerán la zona geográfica, condiciones climáticas. Como lo indica los autores Gil & Cid, (2023), estas manifestaciones muestran los parámetros que incluye humedad, pH, actividad de agua y cantidad de sólidos solubles totales. Dichos resultados fueron obtenidos de la investigación de obtención de microcápsulas de extracto de Muicle (Justicia Spicigera). La humedad porcentual es de 7,21 mientras que el pH es de 7,34 y una actividad de agua  $a_w$  0,41 en el caso de sólidos solubles totales  $^{\circ}\text{Bx}$  es de 5,20 estos resultados han permitido presentar reveladores datos que son potenciales para la industria de los alimentos, por lo cual estudiar más a profundidad el pigmento extraído del Muicle (Justicia Spicigera), permitirá en un futuro ser aplicado en la industria alimentaria e industria farmacéutica.

Los autores Gallardo et al., (2021), Son metabolitos secundarios reconocidos por los diversos efectos beneficiosos que aportan a la salud. Entre estos se incluye la capacidad de eliminar radicales libres, además de poseer características antivirales, anti-pulmonares, anti-diabéticas y combate las enfermedades que afectan el corazón. Por otro lado, el autor Ortega, (2022), menciona que los flavonoides pueden generar propiedades biológicas como lo es: antimicrobiana, Antiinflamatoria, antiespasmódica, antiulcerosa, entre otras propiedades medicinales.

De acuerdo con la investigación realizada por León et al., (2022), se observa que los extractos producidos del Muicle y convertidos en pigmentos naturales poseen contenidos fenólicos y flavonoides en promedios de entre 220 a 391 miligramos EQ/100 mL. Estos valores pueden considerarse buenos, ya que los fenoles y flavonoides son compuestos antioxidantes que contribuyen a la salud humana al combatir los radicales libres y ofrecer protección celular. Su presencia en concentraciones significativas en los pigmentos naturales de Justicia Spicigera sugiere un potencial beneficio para la salud al ser incorporados en productos alimenticios y farmacéuticos.

Según Téllez et al., (2019), se realizó un estudio en ratas macho para investigar la eficacia del extracto metabólico de Justicia Spicigera en la remediación de problemas cardiovasculares. En el estudio, se administraron inyecciones intravenosas del extracto a ratas con hipertensión arterial inducida por glucosa. Se llevaron a cabo monitoreos intensivos de la presión arterial y la frecuencia cardíaca, obteniendo resultados prometedores. Se observó una disminución significativa tanto en la frecuencia cardíaca como en la hipertensión arterial inducida por los azúcares, indicando un efecto beneficioso del Muicle en condiciones cardiovasculares adversas.

La composición química de Justicia Spicigera es diversa, incluyendo propiedades fitoquímicas que permiten interactuar con biomoléculas. Se han identificado diversos compuestos en la fracción de hexano extraída de etanol de Justicia Spicigera, los cuales han mostrado propiedades inhibitorias contra microorganismos como *Candida*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi* y *E. coli*. Además, los extractos hidroalcohólicos de Justicia Spicigera han sido investigados para conocer su composición y actividad antidiabética, demostrando un inhibidor del 0.5% en actividad glucosidasa y del 13% en actividad lipasa (Téllez et al., 2019).

Análisis realizados por Euler & Alam, (2021) demuestran que la Justicia Spicigera posee componentes capaces de contrarrestar hipertensión. Este estudio empleó la técnica de espectrometría de resonancia magnética nuclear (RMN 1H) para identificar tirramnosidos de kaempferol en los extractos de la planta, los cuales están compuestos por fracciones de hexano, metano, cloroformo y agua. Los resultados indicaron que estos compuestos pueden tener efectos antihipertensivos significativos (González et al., 2020)

## **CONCLUSIONES**

El presente artículo de revisión se centra en explorar el potencial uso del pigmento de Muicle (*Justicia Spicigera*) en la industria alimentaria, destacando sus notables propiedades físicas, químicas y funcionales que lo hacen muy adecuado para aplicaciones en alimentos. Las investigaciones actuales muestran prometedores avances en la aplicación de este pigmento en alimentos, promoviendo un consumo más saludable y sostenible.

El extracto de pigmento de Muicle (*Justicia Spicigera*) es elegido por sus diversas propiedades, que incluyen compuestos bioactivos como antocianinas, flavonoides, compuestos fenólicos y antioxidantes. Estos componentes han sido ampliamente estudiados por sus propiedades antimicrobianas y antiinflamatorias, convirtiéndolo en un producto de alto potencial y valor para la protección de alimentos, asegurando una prolongada vida útil en anaquel.

El pigmento del Muicle representa una alternativa natural, saludable y sostenible. Reemplazando a su totalidad colorantes artificiales y aditivos sintéticos, los cuales hoy en día en la industria alimentaria son altamente utilizados, de esta manera se pretende ofrecer un alimento más saludable, que mejore la calidad y seguridad de los productos alimenticios con un enfoque directo en el desarrollo de las investigaciones utilizando pigmentos de micle, se podrá elaborar alimentos funcionales y de gran aporte a la sociedad.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Altos, J. (2023). Investigadores del CULagos prueban que la planta “ muicle ” tiene efectos antidepresivos.
- Alvarado, K., Rivadeneira, C., & Intriago, F. (2024). Utilización de extracto natural del Muicle ( *Justicia spicigera* ) en la elaboración de chocolate a partir de dos variedades de cacao ( *Theobroma bicolor* Humb . & Bonpl . y *Theobroma cacao* L . ) Use of natural extract of Muicle ( *Justicia spicigera* ) in the. 4(1), 1–19. <https://doi.org/10.51252/raa.v4i1.6>
- Amorim, J. L., Figueiredo, J. de B., Amaral, A. C. F., Barros, E. G. de O., Palmero, C., MPalantinos, M. A., Ramos, A. de S., Ferreira, J. L. P., Silva, J. R. de A., Benjamim, C. F., Basso, S. L., Nasciutti, L. E., & Fernandes, P. D. (2017). Wound healing

- properties of *Copaifera paupera* in diabetic mice. *PloS One*, 12(10), e0187380.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187380>
- Aranda, J., Nuñez, L., Villacrés, J., & González, G. (2022). Efecto reductor del extracto acuoso de hojas de *Justicia spicigera* contra la hiperglicemia en ratones BALB/ C. *Revista Peruana de Medicina Integrativa*, 7(4), 5–10.
- Baqueiro, I., & Guerrero, J. A. (2014). Uses of *Justicia spicigera* in medicine and as a source of pigments. *Functional Foods in Health and Disease*, 4(9), 401–414.  
<https://doi.org/10.31989/ffhd.v4i9.150>
- Calvario, Á., Cruz, J., & Barroso, L. (2019). CARACTERIZACIÓN NUTRIMENTAL Y SENSORIAL DE UNA BEBIDA ELABORADA A BASE DE AMARANTO, MUICLE Y BERRIES NUTRITIONAL AND SENSORY CHARACTERIZATION OF A MUICLE BASED BEVE RAGE THAT COMBINES AMARANTO AND BERRIES Información del artículo. 10(2), 1390–8103.
- Castro, R., León, E., & García, O. (2022). Reviewing Its Biological Properties , Bioactive Molecules and Materials Chemistry. *Processes*, 10(5), 1–13.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/pr10051035>
- Esquivel, E., Noriega, R., Arellano, M., Ibarra, M., Saavedra, A., & Salgado, R. (2013). EFECTO ANTIHIPERTENSIVO DEL EXTRACTO CLOROFÓRMICO DE *Justicia spicigera* EN RATAS HIPERTENSAS INDUCIDAS CON L-NAME. *Revista Clínica Escuela de Medicina UCR-HSJD*, 3(11). [https://doi.org/10.15517/rc\\_ucr-hsjd.v3i11.13133](https://doi.org/10.15517/rc_ucr-hsjd.v3i11.13133)
- Euler, K. L., & Alam, M. (2021). Isolation of Kaempferitrin From *Justicia spicigera*. *Journal of Natural Products*, 45(2), 220–221. <https://doi.org/10.1021/np50020a020>
- Gallardo, T., Castro, N. C., Boyano, L. C., Téllez, D. I., Meza, O. G., & Osorio, G. (2021). Extraction and microencapsulation of bioactive compounds from muicle (*Justicia spicigera*) and their use in the formulation of functional foods. *Foods*, 10(8).  
<https://doi.org/10.3390/foods10081747>
- García, E. R., Flores, A. N., Ruiz, N. T., Camposeco, N. M., Ramírez, S. N. B., & García, J. I. L. (2022). Compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de genotipos de maíz pigmentado (azul/morado). *Temas de Ciencia y Tecnología* , 26(Apr-2022), 13–19.

- [https://www.utm.mx/edi\\_anteriores/temas77/T77\\_E02\\_fenolicos\\_genotipos\\_maiz\\_pigmentado.pdf](https://www.utm.mx/edi_anteriores/temas77/T77_E02_fenolicos_genotipos_maiz_pigmentado.pdf)
- Gil, S., & Cid, S. (2023). Obtención de microcápsulas con extracto de muicle (*Justicia spicigera*) mediante la técnica de extrusión por goteo. *Consejo de Ciencia y Tecnología de Puebla*, 10(October), 12. <https://www.researchgate.net/publication/375086712>
- González, M. E., Domínguez, F., Pérez, G., Aguillón, M., Martínez, D., Almazán, S., & Martínez, A. (2020). *Justicia spicigera* Schltdl. and kaempferitrin as potential anticonvulsant natural products. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 92, 240–248. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.05.075>
- Guzmán, F. (2023). “Capacidad antioxidante y efecto hemolítico de metabolitos presentes en extractos de *Justicia spicigera*.” *UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO INSTITUTO*, 4(1), 88–100. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/biblioteca\\_digital/bitstream/handle/231104/3121/AT26706.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/biblioteca_digital/bitstream/handle/231104/3121/AT26706.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Hernández, S., Quiroz, C., Ramírez, M., Ronquillo, E., & Aguilar, M. Á. (2023). Optimización del proceso de extracción asistida por ultrasonido de compuestos fenólicos de *Justicia spicigera* Schltdl. mediante la metodología de superficie de respuesta. *TIP Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas*, 23. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2020.0.246>
- Jiménez, O., López, A., González, J., Ramírez, N., & Guerrero, J. (2023). Thermal and pH stability of *Justicia spicigera* (Mexican honeysuckle) pigments: Application of mathematical probabilistic models to predict pigments stability. *Food Chemistry: Molecular Sciences*, 6(100158), 1–8. <https://doi.org/httphttps://doi.org/10.1016/j.fochms.2022.100158>
- León, E., Castro, R., & García, O. (2022). Beyond the Exploration of Muicle (*Justicia spicigera*): Reviewing Its Biological Properties, Bioactive Molecules and Materials Chemistry. *Processes*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/pr10051035>
- Murillo, M., Noriega, C., Peña, D., Huerta, M., Aguilera, A., & Cortés, C. (2022). Antilipidemic and hepatoprotective effects of ethanol extract of *Justicia spicigera* in

- streptozotocin diabetic rats. *Nutrients*, 14(9), 1–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/nu14091946>
- Noriega, R., Murillo, M., Peña, D., Huerta, M., Aguilera, A., Cortés, C., Salgado, R., Montoya, R., Riveros, H., & Saavedra, A. (2022). Antilipidemic and hepatoprotective effects of ethanol extract of *Justicia spicigera* in streptozotocin diabetic rats. *Nutrients*, 14(9), 1–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/nu14091946>
- Núñez, L., Aranda, J., Villacrés, J., & González, G. (2022). Efecto reductor del extracto acuoso de hojas de *Justicia spicigera* contra la hiperglicemia en ratones BALB/ C. *Revista Peruana de Medicina Integrativa*, 7(4), 34. <https://doi.org/10.26722/rpmi.2022.v7n4.1>
- Ortega, V. (2022). Evaluación de pH, temperatura y concentración de alginato en el proceso de gelificación iónica como método de conservación del zumo natural de frutas. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9975/2/03 EIA 494 TRABAJO DE GRADO.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9975/2/03%20EIA%20494%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf)
- Pérez, A., Díaz, M., Castillejos, E. V., Pérez, A., Montaña, Y., Rivero, I., Torres, R., González, M., Rodríguez, R., Gutiérrez, J. A., Madariaga, A., & Mata, R. (2022). Protein tyrosine phosphatase 1B inhibitory activity of compounds from *Justicia spicigera* (Acanthaceae). *Phytochemistry*, 203(113410), 1–11. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2022.113410>
- Saavedra, A., la Cruz, J. L., Landa, C., Murillo, M., García, C., Montoya, R., Manzo-, S., Aguilera, A., Salgado, R., & Cortés, C. (2024). Antioxidant Activity of Natural Products from Medicinal Plants. In D. A. N. Barros & D. A. C. S. Abraão (Eds.), *The Power of Antioxidants - Unleashing Nature's Defense Against Oxidative Stress*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1004272>
- Téllez, G. F., Verónica, I., Chavez, R., & González, J. G. (2019). Use of the methodology TRIZ for the optimization of the process of obtaining the extract chlorophyll of the muicle for its consumption Use of the methodology TRIZ for the optimization of the process of obtaining the extract chlorophyll of the muicle for i. June 2020.
- Thongphichai, W., Pongkittiphan, V., Laorpaksa, A., Wiwatcharakornkul, W., & Sukrong, S. (2023). Antimicrobial Activity against Foodborne Pathogens and Antioxidant

- Activity of Plant Leaves Traditionally Used as Food Packaging. *Foods* (Basel, Switzerland), 12(12). <https://doi.org/10.3390/foods12122409>
- Vega, E., Tapia, R., Reyes, R., Guzmán, S. L., Pérez, J., & Velasco, R. (2021). Actividad antibacteriana y antifúngica de Justicia spicigera. *Revista Latinoamericana de Quimica*, 40(2), 75–82.
- Vega, E., Tapia, R., Reyes, R., Guzmán, S., & Velasco, R. (2012). Actividad antibacteriana y antifúngica de Justicia Spicigera. 2–7.
- Zurita, S. (2022). Propagación vegetativa de Justicia spicigera mediante estacas embebidas en sustancia enraizante en el cantón Mejía. In *Universidad Técnica De Cotopaxi Facultad* (Vol. 1). <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4501/1/PI-000727.pdf>