

Potencial antioxidante de microcápsulas de cáñamo (*Cannabis Sativa L.*) sobre el pardeamiento enzimático en frutas

The antioxidant potential of hemp (*Cannabis Sativa L.*) microcapsules on enzymatic browning in fruits

Roberto Antonio Muñoz Vélez¹  , Alex Alberto Dueñas Rivadeneira¹ 

¹Universidad Técnica de Manabí, Chone – Ecuador

Correo de correspondencia: robertoantoniomunozvelez15@gmail.com

Información del artículo

Tipo de artículo:
Artículo original

Recibido:
15/11/2025

Aceptado:
06/01/2026

Publicado:
28/01/2026

Revista:
DATEH



Resumen

El cáñamo en la actualidad es una planta de gran interés investigativo, debido a que posee propiedades farmacológicas, además de la inserción en la industria de los alimentos, el presente estudio se enfocó en investigar el potencial antioxidante de las microcápsulas de cáñamo (*Cannabis Sativa L.*), para la inhibición del pardeamiento enzimático en frutas. Por lo cual se realizó una revisión bibliográfica de la literatura científica que abarcó una variedad de fuentes de bases de datos y revistas académicas. El objetivo principal del estudio fue evaluar si las microcápsulas de cáñamo podían ser efectivas para prevenir el pardeamiento enzimático en frutas, debido a que es un problema que afecta la calidad física de las frutas y la vida útil de estos productos. Los resultados de la revisión indican que las microcápsulas de cáñamo tienen un prometedor potencial en evitar la oxidación o pardeamiento enzimático de las frutas. Es prometedor en la industria alimentaria, ya que mejora la apariencia visual de la fruta alargando la vida de anaquel, calidad organoléptica y conservación de nutrientes. A pesar de estos hallazgos, existe la necesidad de investigaciones adicionales para comprender mejor los mecanismos del potencial antioxidante.

Palabras clave: aplicaciones alimentarias, industria alimentaria, mecanismos antioxidantes, nutrientes, vida útil

Abstract

Hemp is currently a plant of great research interest, due to its pharmacological properties, in addition to insertion in the food industry, the present study focused on investigating the antioxidant potential of hemp microcapsules (*Cannabis Sativa L.*), for the inhibition of enzymatic browning in fruits. Therefore, a bibliographic review of the scientific literature was carried out, covering a variety of sources from databases and academic journals. The main objective of the study was to evaluate whether hemp microcapsules could be effective in preventing enzymatic browning in fruits, because it is a problem that affects the physical quality of fruits and the shelf life of these products. The results of the review indicate that hemp microcapsules have promising potential in preventing enzymatic oxidation or browning of fruits. It is promising in the food industry, as it improves the visual appearance of the fruit, extending shelf life, organoleptic quality and nutrient preservation. Despite these findings, there is a need for further research to better understand the mechanisms of antioxidant potential.

Keywords: food applications, food industry, antioxidant mechanisms, nutrients, shelf life

INTRODUCCIÓN

Cannabis Sativa L., también conocida como Linnaeus, es una planta originaria de Irán y el norte de la India, se cultiva en todo el mundo y es fácil de cultivar, contiene aproximadamente 489 componentes, incluidos más de 80 terpenos. Compuestos fenólicos llamados cannabinoides. el resto son sustancias como terpenos, hidrocarburos, cetonas, aldehídos y otros pequeños compuestos hidrofóbicos (Alberto et al., 2022).

El Cáñamo pertenece a la familia Mulberry (Moraceae) y las variedades de cáñamo cultivadas pertenecen a la especie (*Cannabis Sativa L.*), es utilizado en la industrias productoras de fibras, aceite y semillas (Garzón & Rocha, 2021), es del miembro de la familia Cannabaceae, posee fuente natural productora de compuestos terpenofenólicos conocidos como cannabinoides donde se acumulan en los tricomas glandulares de la planta, fue una de las primeras plantas utilizadas para la obtención de fibras alrededor de 10.000 años (Endurance et al., 2022).

Es una planta relativamente alta, de hasta 6 metros de altura, con tallos blandos y huecos, con pecíolos cortos que tiene 5 a 9 folíolos por hoja y semillas de hasta 3,7 mm de largo. siendo cultivada para producir fibras de cáñamo, aceite y sustancias psicoactivas (Ángeles et al., 2021).

En los últimos años, el uso de las microcápsulas se ha ampliado en diversos campos, desde la industria alimentaria y la medicina hasta la industria cosmética y textil, debido a las ventajas que presentan estas sustancias activas no encapsuladas, las moléculas altamente volátiles se pueden liberar de manera gradual y eficiente, asegurando que su funcionalidad se mantenga en el tiempo.

Los radicales libres son responsables de muchos cambios fisiológicos como el cáncer, la inflamación, enfermedades neurodegenerativas o las enfermedades cardiovasculares. estas semillas han sido consideradas valiosas nutricionalmente desde la antigüedad debido a su alto contenido en ácidos grasos y proteínas de alta calidad, y también son utilizadas con fines de aplicación medicinales por sus múltiples beneficios y atribuidos (Galina, 2022).

La actual despenalización del cannabis, tiene usos en la industria farmacéutica y en la Industria agroindustrial agrícola del Ecuador, este ayuda a generar nuevas áreas de investigación muy aparte del desarrollo científico, más bien desarrollar características beneficiosas para la industria alimentaria, los alimentos que generen un valor agregado además de ser funcionales o nutraceuticos mejorando la calidad de vida (Fuentes & Acurio, 2021).

Las microcápsula es el procedimiento de la microencapsulación lo cual es un proceso industrial, como fin de proteger compuestos frente adversidades ambientales como los cambios físicos o químicos “pH, presencia de humedad, exposición de radiación UV y oxidación por la actividad del oxígeno” el cual produce la reacción oxidativa de las superficies de los alimentos, el procedimiento según Ortiz & López, (2023), consiste en desarrollar capsulas micrométricas las contienen sustancias como producto en polvo conformado por microcápsulas o microesferas, la presente investigación, este estudio tuvo como objetivo determinar si las microcápsulas de cáñamo pueden actuar como antioxidantes para preservar la frescura y calidad de la fruta al inhibir procesos enzimáticos.

El pardeamiento enzimático es un proceso natural que afecta la calidad y apariencia de las frutas al exponerlas al aire, y puede llevar a la pérdida de valor comercial y nutricional de estos alimentos. Nuestra investigación busca determinar si las microcápsulas de cáñamo pueden actuar como agentes antioxidantes efectivos para

preservar la frescura y calidad de las frutas al inhibir este proceso enzimático no deseado.

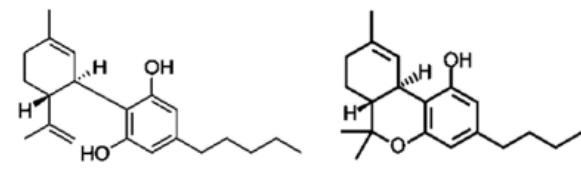
MATERIALES Y MÉTODOS

El artículo de revisión, se perpetró con ayuda de investigación de temas referentes al impacto del uso del cáñamo (*Cannabis Sativa L.*) Sobre el pardeamiento enzimático en frutas. Para ello los resultados relevantes permitieron realizar este compendio bibliográfico, dichas fuentes fueron revistas de alto impacto y regionales. Además de revisión de fuentes primarias y secundarias de impacto nacional e internacional.

Antecedentes

(*Cannabis Sativa L.*), es una planta que permite el aprovechamiento de toda su estructura, lo que significa un amplio espectro de cadenas de valor, como la posibilidad de obtención de fibras textiles y la posibilidad de fuente fósiles (combustibles), su utilización en la industria alimentaria y farmacológica. Esta planta luego de ser recolectada paso a ser cultivada y además se discute si fue el primer ejemplo de domesticación (Anchesi et al., 2023).

Existe evidencia que se originó en Asia, la utilización en la industria textil alrededor de 4000 a.C., los registros de su aplicación en la Industria de la medicina tradicional en los años 2700 a.C (Barrañes et al., 2022).



Cannabidiol (CBD) **Tetrahidrocannabinol (THC)**

Figura 1. Estructura química del cannabidiol (CBD) y el tetrahidrocannabinol (THC). Fuente: (Anchesi et al., 2023).

Taxonomía Botánica

(*Cannabis Sativa L.*), Desde una perspectiva botánica, una planta anual es una especie vegetal que completa su ciclo de vida, la cual cumple con la germinación, floración y muerte de la planta, en el transcurso de un solo año (Hartsel et al., 2021).

Las plantas verdaderamente anuales son aquellas que únicamente pueden sobrevivir a través de sus semillas año tras año, esta pertenece a la familia *Cannabaceae*, su clasificación botánicamente fue por primera vez en 1753 por Carl Linnaeus, luego en el año 1785 por Jean Baptiste Lamarck realiza el descubrimiento de otra especie, la cual

denomina se indica, también la especie *C. sativa* (Barrañes et al., 2022).

El *Cannabis* es una planta herbácea anual de una longitud de hasta aproximadamente 4 metro de alto, es una especie dioica la cual hay individuos machos e individuos hembras, su tronco es recto y sus hojas palmadas estipulada, las inferiores opuestas y la superiores alternas, Sus hojas se localizan sobre pecíolos de hasta 7 cm de largo, el fruto es un El fruto se describe como un aquenio que contiene una única semilla. Tiene una forma ovoide ligeramente achatada y puede ser de color blanco o verde con matices de púrpura. Esta semilla se encuentra dentro del perianto (Ángeles et al., 2021).

Tabla 1

Uso del cannabis en las industrias.

Usos del cannabis

Textiles	Históricamente, el cáñamo se utilizaba para producir textiles como ropa, cuerdas y telas. Las semillas de cáñamo son comestibles y se pueden comer crudas, tostadas, molidas o convertidas en aceite de cáñamo. Tienen un alto contenido de proteínas, grasas saludables, fibra y otros nutrientes.
Comida	El aceite de cáñamo tiene propiedades hidratantes y antioxidantes y puede utilizarse en cosméticos y productos de cuidado personal como cremas, lociones y bálsamos labiales.
Cosméticos	La fibra se utiliza para crear tableros de cáñamo, fieltro de cáñamo y aislamiento de cáñamo. Estos materiales son ecológicos, resistentes al fuego y tienen un menor impacto ambiental.
Construcción	Historicamente, el cáñamo se utiliza en la producción de papel porque las fibras de cáñamo son largas y fuertes, lo que las hace ideales para la producción de papel de alta calidad.
Papel:	El bioplástico de cáñamo es biodegradable, renovable y tiene un bajo impacto ambiental.
Bioplásticos	El cultivo de cáñamo también crea una huella de carbono positiva porque absorbe dióxido de carbono del aire a medida que crece.
Combustible	Debido a sus propiedades para la salud, el aceite de cáñamo también se utiliza como complemento dietético para animales.
Productos animales	

Fuente: (CEPAL, 2021).

Uso del cannabis en la conservación

El Cannabis han generado muchos beneficios he inclusive una oportunidad en el consumo de CBD es utilizado en la industria alimentaria lo que ha generado a la utilización de incorporar estos componentes no psicoactivos en los productos alimentarios, el uso del CBD como un agente antimicrobiano que so para eliminar el *Staphylococcus aureus* he inhibir el crecimiento de bacterias gramnegativas y grampositivas , también es eficaz contra hongos como *Aspergillus niger*, lo que generaría pudrición en ciertos alimentos como frutas y levaduras y *candidas*

albicans lo que generaría actividad infecciosa en humanos (Kanabus et al., 2021).

Ciertas investigaciones han demostrado que los recubrimientos comestibles protegen de algunas frutas y verduras de una descomposición temprana, en la investigación realizada por los autores Jacobi et al., (2023), realizaron el experimento del aceite de CBD, se aplicó aceite de cannabis como recubrimiento sobre fresas, con dicho ensayo lograron la reducción de carga microbiana y la conservación de las cualidades de calidad visual de las fresas alargando su vida útil. La temperatura recomendada de almacenamiento fue de 1°C a 10°C.

El CBD es conocido por el posible efecto terapéuticos, que posee propiedades antioxidantes y antimicrobianas, ayudando a evitar el crecimiento de patógenos, estos compuestos aceitosos se deben distribuir de manera uniforme el contenido para la conservación de alimentos, no obstante, la forma de realizarlo según el autor es encapsular las moléculas de CBD en polímeros comestibles lo cual promueve a detener la actividad antimicrobiana y mejorar la frescura de las frutas (Mozaffari et al., 2021).

El autor (Judžentienė et al., 2023), menciona que en otros países como el continente Europeo, el (*Cannabis Sativa L.*), es utilizado en la producción de alimentos, las semillas son utilizadas con el objetivo alimentario, a su vez otras partes del Cannabis o sus extractos son clasificados como alimentos nuevos, según la Normativa de la Unión Europea 2015/2283 (Union, 2015), el interés del cáñamo se ha desarrollado en la actualidad, por lo cual es de interés investigativo, la capacidad antimicrobiana.

Se ha evidenciado que es agente importante para minimizar la virulencia del contaminante alimentario *Listeria monocytogenes* para ser tentativo en el uso en la industria agroalimentaria (Marini et al., 2022). Lo cual ha sido importante por su resistencia antimicrobiana como estrategia para combatir los ataques agrícolas de patógenos (Vozza et al., 2024).

Uso del cáñamo en la Agricultura

Hoy en día, el mercado de agroquímicos fosfatos se utiliza para el control de plagas y enfermedades en el sector agrícola. Debido a la preferencia por las formulaciones orgánicas, las formulaciones orgánicas han dado confianza a los productores en el manejo integrado de plagas y agentes de control biológico a través de los cuales producen formulaciones de fosfatos agroquímicos. El mercado es reducido y su toxicidad es baja (Vera et al., 2023), Una de las características importantes del cáñamo (*Cannabis Sativa L.*) es que posee tricomas glandulares

concentrados en hojas de altísima calidad. Las plantas con flores secretan oleosina y actúan como barrera para fagocitar y destruir patógenos, es una fuente de aceites esenciales y contiene monoterpenos e hidrocarburos sesquiterpénicos (Vera et al., 2023).

Las investigaciones exploratorias de subproductos a partir del Cáñamo como una alternativa de pesticidas orgánicos o botánicos, es de importancia para promover el cultivo del cáñamo para el uso de la cadena productiva y comercial en la agricultura, el objetivo es la obtención de aceites esenciales bioactivos de la inflorescencias del cáñamo industrial que normalmente permanecen infertilizadas, para la fabricación de pesticidas de origen natural, tiene muchas ventajas por ser productos ecológicos y seguros (Jacobi et al., 2023).

Uso de Cáñamo de (*Cannabis Sativa L.*) en la Postcosecha de frutas

El uso de cannabidiol, como posible tratamiento postcosecha para preservar y alargar la vida de las fresas aplicándolo en sus superficies con el objetivo de reducir el desarrollo microbiano y prolongar su vida y calidad curiosamente no es el uso del aceite de CBD en la industria alimentaria, como recubrimiento comestible, que de esta manera previene el deterioro de la fruta, preservando así su integridad y deterioro temprano (Fuentes & Acurio, 2021).

En un estudio realizado por Inselberg & Nascimento, (2021), se tomaron fresas frescas se recubrieron con CBD inmediatamente después de la cosecha. Estas fresas se almacenan en condiciones óptimas, mientras que otras se almacenan a temperaturas inferiores a las ideales durante 8 a 9 días. El estudio se centró en analizar la cantidad de microorganismos presentes en las fresas y su apariencia física, incluyendo color, firmeza, apariencia arrugada y signos de descomposición. Este estudio investigó el uso de aceite de CBD como tratamiento potencial para reducir el crecimiento microbiano y extender la vida útil de las fresas con buenos resultados; el uso con aceite de CBD fue más eficaz para reducir los coliformes totales, así como las levaduras y el moho. Además de la firmeza del fruto, alarga la vida del fruto a diferencia de otras aplicaciones como el agua o el aceite de coco (Fuentes & Acurio, 2021).

Cannabis Sativa L., tiene propiedades y actividad microbiana de varios aceites esenciales de cáñamo industrial (*Cannabis Sativa L.*). Debido a su actividad inhibidora microbiana, estos interesantes aceites pueden inhibir de manera efectiva y amplia microorganismos específicos (Nafis et al., 2021).

Actividad Antioxidantes del (*Cannabis Sativa L.*)

Nafis et al., (2021), en su estudio mencionaron que estos compuestos son muy importantes en la industria alimentaria, pueden retardar la descomposición de productos como las frutas y mantener las propiedades requeridas. Los compuestos como los terpenos del cáñamo incluyen azúcares e hidrocarburos en el cáñamo. Compuestos Los esteroides, flavonoides, compuestos nitrogenados, no cannabinoides y aminoácidos, los terpenos son compuestos derivados de la síntesis de isopreno y tienen propiedades sensoriales únicas, y en el campo médico, investigaciones recientes apuntan a los fitocannabinoides y cannabinoides. Terpenos de cannabis, que pueden potenciar sus propiedades medicinales y reducir los efectos secundarios no deseados.

Utilizando un enfoque similar, en la investigación de (Fuentes & Acurio, 2021), realizaron un estudio para analizar la capacidad de los extractos de cáñamo (*Cannabis Sativa L.*) para prevenir la oxidación del colesterol. Este ensayo implica medir la producción de dienos conjugados a una longitud de onda de 234 nm expuestos a lipoproteínas en presencia de CuSO₄ (0,2 mM) a una concentración de 1 µg/ml. Los resultados mostraron que el extracto tuvo una respuesta antioxidante significativa. En resumen, el extracto total tiene la capacidad de inhibir la peroxidación lipídica de LDL inducida por CU2. Los terpenos tienen propiedades antioxidantes.

Estos antioxidantes son compuestos que ayudan a proteger las células y los tejidos del cuerpo del daño oxidativo causado por los radicales libres. Estos radicales libres son moléculas inestables que pueden dañar las células y contribuir al envejecimiento y diversas enfermedades. Los ejemplos incluyen el cáncer y las enfermedades cardíacas (Aulestia et al., 2022). Algunos terpenos se encuentran no sólo en las plantas, sino también en los aceites esenciales obtenidos de las plantas. Los aceites esenciales que contienen terpenos se utilizan por sus propiedades antioxidantes. Sin embargo, es importante destacar la eficacia de los terpenos como antioxidantes. Esto depende del tipo de terpeno y su concentración en una determinada sustancia, y aún se están investigando los beneficios específicos de los terpenos como antioxidantes (Sánchez et al., 2022).

Los terpenos que se encuentran en el cáñamo, incluido el *Cannabis Sativa L.*, pueden tener propiedades antibacterianas y antioxidantes, lo que les permite usarse como conservantes alimentarios naturales. Estas propiedades se deben a la capacidad del terpeno para inhibir el crecimiento de microorganismos como bacterias y moho. Protege los alimentos de la oxidación y el

deterioro. Los terpenos comunes que se encuentran en el cannabis y que tienen propiedades conservantes de alimentos incluyen el limoneno, el pineno y el mirceno (Bajada et al., 2023).

Sin embargo, es importante destacar que la aplicación de cannabis en la conservación de las frutas, lo cual presenta el (*Cannabis Sativa L.*), incluido el cáñamo, tiene el potencial de ser explorados como conservantes de alimentos naturales debido a sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes, pero se requiere investigar más a profundidad y el desarrollo para la aplicación en la industria alimentaria y conservación de alimentos (Aulestia et al., 2022).

Capacidad antioxidante

Los antioxidantes son elementos esenciales en los alimentos, ya que cumplen la importante función de resguardar el cuerpo contra los efectos perjudiciales de los radicales libres, responsables del envejecimiento y de diversas enfermedades (Aulestia et al., 2022).

Menciona Aulestia et al., (2022) que la actividad antioxidante es la capacidad que tiene una sustancia para inhibir la degradación oxidativa, de tal manera que un antioxidante actúa, principalmente, gracias a su capacidad para reaccionar con radicales libres y, por lo tanto, recibe el nombre de antioxidante terminado de cadena.

El (*Cannabis Sativa L.*) tiene un gran potencial en la capacidad antioxidante, lo cual puede ser adecuado utilizarlo en el campo de la industria alimentaria y en la conservación de frutas en contra del pardeamiento enzimático en frutas (Flores, 2021).

El cáñamo posee un valor nutricional de las semillas que contiene fitoquímicos, vitaminas (A, C y E) y minerales, estas semillas de cáñamo tienen una cantidad de aceites, fibras y proteínas dietéticas, el aceite de semilla de cáñamo es rico en ácidos grasos poliinsaturados siendo estos los ácidos linoleico y linolénico, los cuales minimizan los contenidos de colesterol y la presión arterial humanos además ayudando al sistema inmunológico.

Norajit et al., (2021), El análisis se centra en las propiedades físicas y químicas de diferentes mezclas de harina de arroz y cáñamo en diferentes proporciones (20, 30 y 40%). Además, se investigó el efecto del cáñamo en polvo sobre el valor nutricional y la capacidad antioxidante de la harina de arroz. También se exploró la posibilidad de utilizar una mezcla extruida de arroz y cáñamo para crear barritas energéticas. Durante este proceso, se evalúan las isotermas de adsorción en equilibrio para determinar las propiedades higroscópicas y

se realizan pruebas sensoriales para evaluar la calidad del producto final. Al evaluar la actividad antioxidante de varios compuestos naturales con efecto eliminador de radicales libres en productos alimenticios o extractos de plantas, se encontraron diferencias estadísticamente significativas con la adición de cáñamo en polvo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuestión de lo encontrado en la revisión bibliográfica se centró en evaluar el potencial antioxidante de las microcápsulas de cáñamo (*Cannabis Sativa L.*) en el pardeamiento enzimático de frutas, los resultados basados en la recopilación de estudios previos surgieron que estas microcápsulas poseen una serie de beneficios significativos en la conservación de frutas, respecto a la reducción de pardeamiento enzimático algunas investigaciones han demostrado que el uso del cáñamo puede reducir a una reducción notable en consecuencia de la actividad antioxidante sobre el pardeamiento enzimático en frutas, lo que se traduce en una apariencia visual y organoléptica más atractiva y una mayor vida útil de los productos frescos.

La preservación de la calidad sensorial se ha mencionado que las frutas tratadas con cáñamo (*Cannabis Sativa L.*), tienden a mantener una mejorar textura y sabor y aroma en comparación con las frutas no tratadas, lo que es crucial para mantener la calidad sensorial de los productos, teniendo en cuenta que en estudios han sugerido que el uso de microcápsulas de cáñamo puede contribuir a la preservación de los nutrientes esenciales en las frutas que el pardeamiento enzimático está estrechamente relacionado con la pérdida de estos compuestos, se han demostrado que al contener compuestos con propiedades antioxidantes, como los ácidos grados como omega 3 y omega 6, así como vitamina E y otros fitoquímicos, estos componentes ayudan a proteger las frutas del estrés oxidativo y reducir la formación de productos de pardeamiento no deseados.

No obstante, la aplicación de microcápsulas de cáñamo en la industria alimentaria puede desempeñar un papel importante en la disminución de desperdicios de alimentos, al extender la vida útil de las frutas y reducir la necesidad de desechar productos en condiciones subóptimas.

Los resultados obtenidos a partir de la revisión bibliográfica respaldan que las microcápsulas de cáñamo tienen un potencial antioxidante prometedor para combatir el pardeamiento enzimático, estos hallazgos proporcionan una base sólida para futuras investigaciones y aplicaciones en la industria alimentaria, con el objetivo de mantener frescura y la calidad de las frutas y al mismo tiempo, reducir el desperdicio de alimentos.

Addo et al., (2023), menciona que los antioxidantes vegetales desempeñan funciones importantes en la aclimatación y siendo beneficios para la salud humana, los valores de TEAC Y FRAP determinados en el cannabis contiene una actividad antioxidante de los extractos de Cannabis frescas de antioxidantes 2,29 TEAC y de materia seca 0,25 FRAP, los antioxidantes pueden ser sustancias hidrófobas estas solubles en lípidos e hidrófilas solubles en agua pero estos de origen vegetal en la mayoría son hidrófilos, en el mismo contexto Judzentiené et al., (2023) indica que esta planta como el cáñamo (*Cannabis Sativa L.*) es muy conocida y su cultivo extendió en todo el mundo, las posibilidades de producir productos ya conocidos y crear nuevos productos a partir del cáñamo son muy altas, siendo muy potencial en la aplicación en la industria alimentaria, agroindustrial y alimentaria, para la conservación de alimentos y combatir el deterioro además del manejo de patógenos en los cultivos.

Los autores indican Araiza & Herrera, (2023), que las semillas de cáñamo que posee una gran cantidad de proteínas, polifenoles y aceites grasos, comúnmente se han afirmado como una fuente de alimento nutricionalmente completo, (Miao et al., 2022).

Las semillas y los productos derivados de las semillas de cáñamo resultan atractivos para consumidores que buscan alimentos orgánicos, así como para aquellos que padecen enfermedad celíaca o intolerancia a la lactosa. El aceite de semilla de cáñamo, que contiene un alto porcentaje de ácidos grasos insaturados, representa una fuente nutricional rica y equilibrada con propiedades antioxidantes, que puede servir como sustituto saludable de la grasa animal convencional. Las raíces de cáñamo tienen un valor significativo en aplicaciones agrícolas, principalmente como fertilizante, y en aplicaciones industriales, como la producción de papel. Además, las raíces de la planta de cannabis cuentan con una larga historia de uso en la medicina, principalmente para tratar la inflamación y el dolor.

En la investigación de los autores Li et al. (2022) los recubrimientos avanzados con actividad antioxidante y antibacteriana para la conservación del Kumquat el recubrimiento activo es una de las mejores formas de conservar las propiedades en buena calidad, es una opción adecuada para una conservación adecuada, el Cáñamo tiene un gran potencial en la utilización en el campo agroindustrial lo que generaría una oportunidad en su utilización (Mozaffari et al., 2021).

CONCLUSIONES

Las microcápsulas de cáñamo (*Cannabis Sativa L.*), es un inhibidor de pardeamiento enzimático en frutas, los

resultados de esta investigación muestran la efectividad que tiene de reducir de manera positiva el pardeamiento enzimático en frutos, este hallazgo es importante. La capacidad de las microcápsulas de cáñamo para inhibir el pardeamiento enzimático hace que sean un candidato prometedor como aditivo alimentario, a su vez pueden aportar beneficios nutricionales debido a las propiedades antioxidantes de cáñamo.

Sin embargo, es fundamental continuar investigando y desarrollando esta aplicación potencial para garantizar su eficacia y seguridad a largo plazo de la conservación de aspectos físicos de los alimentos.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

En la presente investigación que derivó en la escritura de este artículo se debe recalcar que ambos autores contribuyeron al desarrollo del mismo. Roberto Antonio Muñoz Vélez desde el trabajo de recopilación de la información y la escritura del artículo; Alex Alberto Dueñas Rivadeneira desde la supervisión de la investigación y el contraste de la información.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Addo, P., Poudineh, Z., Shearer, M., Taylor, N., Macpherson, S., Raghavan, V., Orsat, V., & Lefsrud, M. (2023). Relationship between total antioxidant capacity, cannabinoids and terpenoids in hops and Cannabis. *Plants*, 12(6), 1-15. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/plants12061225>
- Alberto, L., Rosati, V., & Tonetti, G. (2022). Evaluación de la capacidad antioxidante de diferentes extractos de Cannabis sativa. *Anchesi, I., Bettó, F., Chiricosta, L., Gugliandolo, A., Pollastro, F., Salamone, S., & Mazzon, E. (2023). Cannabigerol Activates Cytoskeletal Remodeling via Wnt/PCP in NSC-34: An In Vitro Transcriptional Study. Plants*, 12(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/plants12010193>
- Ángeles, G., Brindis, F., Niizawa, S., & Ventura, R. (2021). Cannabis sativa L., una planta singular López, Guadalupe Esther Angeles. *Revista Mexicana de Ciencias Farmaceuticas*, 45(4), 1-6.
- Araiza, E. E., & Herrera, E. (2023). Introducción. 366-383. <https://doi.org/https://doi.org/10.22319/rmc.v14i2.6188>
- Aulestia, D., Tapia, I., & Samaniego, I. (2022). Caracterización nutricional, funcional y perfil de cannabinoides de la planta del cáñamo (*Cannabis sativa L.*), cultivar Cherry Oregon Hemp. Universidad Central del Ecuador.
- Bajada, L., Amaro, M., & Bongiovanni, G. (2023). Métodos cromatográficos optimizados para la identificación y cuantificación de terpenos en aceite de Cannabis sativa de uso medicinal. *Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de Córdoba*, 80(2), 99-105. <https://doi.org/https://doi.org/10.31053/1853.0605.v80.n2.39593>
- Barrañes, H., López, L., Reyes, C., Cetina, V., Vásquez, I., Diaz, O., & Herrera, B. (2022). Chemical characteristics,

- therapeutic uses, and legal aspects of the cannabinoids of *Cannabis sativa*: A review. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 63, 1-14. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/1678-4324-2020190222>
- CEPAL. (2021). La tragedia ambiental de América Latina y el Caribe. En *La tragedia ambiental de América Latina y el Caribe* (2.a ed.). <https://doi.org/10.18356/9789210047425>
- Endurance, A., Ukalina, G., Oyehan, O., Gondwe, M., Sunday, Y., & Omowunmi, A. (2022). The Medicinal Natural Products of *Cannabis sativa* Linn.: A Review. *Molecules*, 27(5), 1-23. <https://doi.org/10.3390/molecules27051689>
- Flores, I. (2021). Polyketide synthases in *Cannabis sativa* L. Introduction to secondary metabolism in cannabis. *Universiteit Leiden*, 5(2), 1-29.
- Fuentes, E., & Acurio, L. (2021). El Cáñamo (*Cannabis sativa* L.) para uso industrial y farmacéutico: una visión desde la industria alimentaria. *CienciAmérica*, 9(4), 99-106. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.33210/ca.v9i4.350>
- Galina, M. (2022). Estrés oxidativo y antioxidantes. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 22(1), 29-46.
- Garzón, K., & Rocha, V. (2021). Cultivo e industrialización del cáñamo (*Cannabis* spp.). *Revista Biorrefinería*, 4(4), 1-171.
- Hartsel, J., Hickory, B., Eades, J., & Makriyannis. (2021). *Cannabis sativa* and Hemp. Nutraceuticals: Efficacy, Safety and Toxicity, 54(2), 735-754. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802147-7.00054-1>
- Inselberg, H., & Nascimiento, M. (2021). Using cannabidiol as a potential postharvest treatment to maintain quality and extend the shelf life of strawberries. *Postharvest Biology and Technology*, 173, 1-6. <https://doi.org/https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925521420309881>
- Jacobi, T., Gauto, M., & Duarte, G. (2023). Evaluación de la actividad antibacteriana in vitro de los aceites de *Cannabis Indica* y *Cannabis Híbrida* frente a cepas de microrganismos. *Revista de Investigación Ciencia de la Salud*, 3(5), 55-60. <https://doi.org/https://doi.org/10.59085/2789-7818.2023.74>
- Judžentienė, A., Garjonytė, R., & Büdienė, J. (2023). Phytochemical Composition and Antioxidant Activity of Various Extracts of Fibre Hemp (*Cannabis sativa* L.) Cultivated in Lithuania. *Molecules*, 28(13). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/molecules2813492>
- Kanabus, J., Bryla, M., Roszko, M., Modrzewska, M., & Pierzgalski, A. (2021). Cannabinoids—characteristics and potential for use in food production. *Molecules*, 26(21), 1-36. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/molecules2621672>
- Li, M., Wang, M., Hu, S., Sun, J., Zhu, M., Ni, Y., & Wang, J. (2022). Advanced Coatings with Antioxidant and Antibacterial Activity for Kumquat Preservation. *Foods*, 11(15), 1-9. <https://doi.org/10.3390/foods11152363>
- Marini, E., Magi, G., Ferretti, G., Bacchetti, T., Giuliani, A., Pugnaloni, A., Rippo, M. R., & Facinelli, B. (2022). Attenuation of *Listeria monocytogenes* virulence by *Cannabis sativa* L. Essential oil. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 8(1), 1-11. <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fcimb.2018.00293>
- Miao, C., Feng, L., Liu, Z., & Tang, X. (2022). Evaluation of hemp root bast as a new material for papermaking. *BioResources*, 9(1), 132-142. <https://doi.org/10.15376/biores.9.1.132-142>
- Mozaffari, K., Willette, S., Lucker, B., Kovar, S., Holguin, F., & Guzman, I. (2021). The effects of food on cannabidiol bioaccessibility. *Molecules*, 26(12). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/molecules2612357>
- Nafis, A., Krasrati, A., Jamali, C. A., Mezrioui, N., Setzer, W., Abbad, A., & Hassani, L. (2021). Antioxidant activity and evidence for synergism of *Cannabis sativa* (L.) essential oil with antimicrobial standards. *Industrial Crops and Products*, 137(May), 396-400. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.05.032>
- Norajit, K., Gu, B., & Ryu, G. (2021). Effects of the addition of hemp powder on the physicochemical properties and energy bar qualities of extruded rice. *Food Chemistry*, 129(4), 1919-1925. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.06.002>
- Ortiz, L., & López, O. (2023). Microencapsulación de mezclas de aceites de cáñamo, girasol y sacha inchi rico en CBD. Universidad Técnica de Ambato.
- Sánchez, Y., Rivera, J., Luna, M., & Conde, L. (2022). Análisis de terpenos en aceites esenciales obtenidos mediante extracción por microondas. *Acta Ciencia de la Salud*, 19(7), 1-10.
- Union, O. J. of the E. (2015). Regulation (UE) No 1307/2013 of the European parliament and of the council of 17 december 2013. En *Official Journal of the European Union* (pp. 608-670).
- Vera, J., Benavides, J., Vásquez, L., Alvarado, K., Reyes, J., Intriago, F., Naga, M., & Castro, V. (2023). Effects of two fermentative methods on cacao (*Theobroma cacao* L.) Trinitario, induced with *Rhizobium japonicum* to reduce cadmium. *Revista Colombiana de Investigación Agroindustriales*, 10(1), 95-106. <https://doi.org/https://doi.org/10.23850/24220582.5460>
- Vozza, M., Mendieta, J., Villamonte, M., Colmám, S., & Nercessian, D. (2024). Antifungal and antibacterial activities of *Cannabis sativa* L. resins. *Journal of Ethnopharmacology*, 318, 1-6. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jep.2023.116839>