

Bioactivos de la hierba luisa utilizados en la industria

Miguel Ángel Enríquez-Estrella^{1§}
Sonia Elizabeth Poveda-Díaz¹
Glenda Indira Alvarado-Huatatoca¹

¹Carrera de Ingeniería Agroindustrial-Facultad de Ciencias de la Tierra-Universidad Estatal Amazónica. Puyo, Ecuador.

[§]Autor para correspondencia: menriquez@uea.edu.ec.

Resumen

En la investigación se realizó un análisis sobre la importancia de la actividad biológica de la hierba luisa (*Cymbopogon citratus*), sus beneficios y aplicación en la industria alimentaria y no alimentaria. El objetivo fue identificar, analizar, organizar y comparar la información sobre los componentes bioactivos de la especie vegetal en la industria. El método empleado es exploratorio con enfoque documental de orden secundario, ya que se realizó una búsqueda minuciosa de información bibliográfica de documentos obtenidos en bases científicas que sustentan el trabajo. Se determinó 24 componentes bioactivos y 33 constituyentes de los aceites esenciales, en relación a la utilización en la industria se determinaron dos aplicaciones: en lo alimentario utilizado en bebidas (energizantes, hidratantes, funcionales) y como aditivo alimentario (antioxidantes, conservantes y aromatizantes) y en lo no alimentario en el área agrícola (insecticida, fungicidas y herbicida), en el área de cosméticos (perfumería, desodorantes y shampoos) y en el área farmacológica (antibacteriales y antifúngicas). Se determinó que los componentes biológicos de la hierba luisa han sido aprovechados en la industria alimentaria y no alimentaria, elementos como el mirceno, citronela, citronelol y geraniol se utilizan porque potencian el aroma y previenen infecciones fúngicas y bacterianas, el citral es el elemento que aporta funcionalidad a los alimentos y evita la toxicidad.

Palabras claves: aditivo alimentario, agrícola, composición química, cosméticos, farmacéutica.

Recibido: noviembre de 2022

Aceptado: febrero de 2023

Introducción

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), como organismos internacionales, mencionan la importancia que tienen los alimentos funcionales, debido a que contienen características nutricionales, que ayudan a reducir el riesgo de la presencia de enfermedades, por lo tanto poseen componentes fisiológicamente activos de origen vegetal que tienen efectos farmacológicos, terapéuticos, antibacterianas que favorecen la salud, capacidad física y el estado mental de la persona (Asgary *et al.*, 2018).

Actualmente los cambios políticos y sociales relacionados con claras modificaciones en la conducta y el comportamiento de las personas. Incluso se ha cambiado los hábitos alimenticios dejando a un lado la dieta tradicional, rica en cereales y leguminosas, para adoptar una nueva cultura como es la comida rápida, con alto valor energético, pero deficiente en algunos nutrientes esenciales (Ramírez *et al.*, 2003). Por ese motivo la sociedad busca una dieta saludable de tal forma que la ciencia desarrolla productos fortificados con algún componente o ingrediente bioactivo que aporten propiedades al organismo (Britez y Romero, 2019).

Los aspectos de la dieta relacionados con la salud los debemos unir a factores culturales y religiosos y al devenir histórico, que nos puede ayudar a clarificar datos importantes. El origen de la palabra 'diaita' es griego y fue utilizado por los griegos, especialmente por Pitágoras y los alumnos de su escuela en Crotona. La 'Diaita Kala Physin' es la recta ordenación del régimen de vida, ¡es lo que regula el microcosmos del hombre con el macrocosmos del universo!; al regular el cuerpo, lo purifica, la 'diaita' de Pitágoras se convierte, con Hipócrates, en el siglo V antes de nuestra Era, en una parte de la técnica médica que ayuda a mantener el equilibrio en la salud y a mejorar en la enfermedad.

En tiempos más actuales, para los médicos naturistas españoles, esta dieta significa regular nuestro régimen de vida según corresponde a la naturaleza humana, para el médico hipocrático, la dieta incluye los hábitos de vida: alimentación, ejercicio, reposo, hidroterapia y balneoterapia, actividad profesional, relaciones y normas sociales (Lain, 1986).

Los alimentos funcionales, surgen con el avance en el conocimiento acerca del funcionamiento de los procesos metabólicos, bioquímicos y genómicos que determinan a los organismos. El término es dinámico porque depende de los cambios en los conceptos y teorías acerca de las actividades celulares que en la actualidad se encuentran bajo intenso y rápido avance, es por eso que la tendencia del consumo de los alimentos funcionales en el siglo XXI ha ido en incremento a nivel global (Enríquez *et al.*, 2022). The International Life Science Institute (ILSI) certifica que un alimento es funcional si se logra demostrar satisfactoriamente que posee un efecto beneficioso sobre una o varias funciones específicas.

Por esta razón la idea fue desarrollada en Japón durante la década de los 80 como una necesidad para reducir el alto costo de los seguros de salud (Chasquibol *et al.*, 2003). (Hurtado y Zamora, 2015) argumentan que los alimentos funcionales tienen como propósito fortalecer, mejorar y estabilizar la actividad metabólica, la actuación de un alimento funcional sobre un organismo ocurre de forma holística, es decir, los alimentos funcionales contienen un conjunto de

componentes activos que influyen sobre una serie de procesos celulares y el resultado puede describirse en diferentes escalas de complejidad como celular, la de tejidos y órganos o del organismo completo, este enfoque holístico, ha resultado útil igualmente para entender la influencia del exposoma sobre otros tipos de superorganismos.

Como respuesta al gran interés por la salud y la alimentación nacen en Japón en 1984 los alimentos funcionales, que se desarrollaron específicamente para mejorar la salud y reducir el riesgo de contraer enfermedades. Esto es debido a la preocupación de las autoridades sanitarias japonesas, por preservar una mejor calidad de vida a su población cada vez más longeva. Los alimentos funcionales en dicho país y en el mundo entero continúan con enorme crecimiento, para el año 2012 se estimó un valor de aproximadamente 175 000 millones de D, siendo un 25% superior a los niveles de 2007. La legislación no dice qué es un alimento funcional.

Por lo tanto, la regulación es a través de la legislación sobre etiquetado, por medio de las declaraciones que puede llevar un alimento en su comercialización (Arai, 2000). Los seres vivos que utilizan el oxígeno para la generación de energía liberan radicales libres, por lo cual deben existir mecanismos de defensa contra estas especies químicas y así asegurar la vida. La formación de radicales libres mediante procesos naturales conduce a la oxidación de biomoléculas, dando lugar a diversas enfermedades. Los organismos fotosintéticos como las plantas están expuestos a ambientes muy oxidativos, por lo que poseen un sistema antioxidante muy eficaz. El presente artículo tiene como objetivo identificar los componentes bioactivos de la hiera luisa utilizados en la industria.

Materiales y métodos

La investigación realizada fue específicamente de revisión bibliográfica y para el desarrollo se utilizó la metodología (Salsa) por las siglas en inglés: Search, Appraisal, Synthesis, Analysis, modificada por Gunnarsdottir *et al.* (2020). El método Salsa tradicional para revisiones sistemáticas involucra cuatro pasos que son: búsqueda, evaluación, síntesis y análisis; sin embargo, Gunnarsdottir *et al.* (2020), añadieron un paso adicional conocida como la técnica de la bola de nieve como se observa en la (Figura 1 y 2).

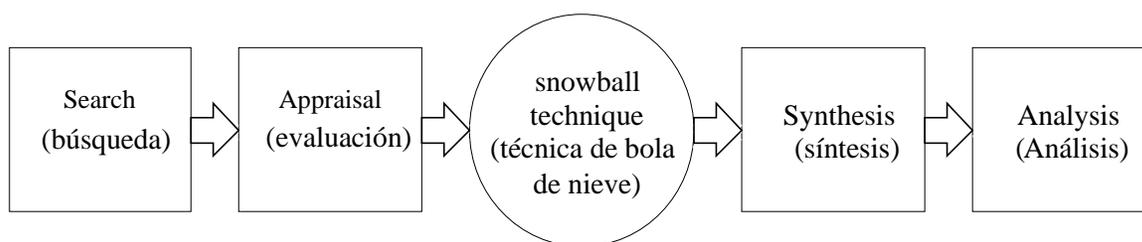


Figura 1. Diagrama general del método Salsa modificado por Gunnarsdottir *et al.* (2020).

El método SALSAS consiste en un proceso de búsqueda integral y una revisión crítica que permite elaborar documentos utilizando lo mejor de la información disponible mientras minimizan el potencial de sesgo (Gunnarsdottir *et al.*, 2020; Luengo *et al.*, 2016). A continuación, se describe el método SALSAS modificado utilizado para la elaboración de esta investigación, además se puede visualizar de forma esquematizada en la (Figura 2).

El primer paso del método SALSA consistió en buscar (search) información relevante sobre bioactivos de la hierba luisa, en tesis de pregrado, posgrado, artículos científicos y libros encontrados en buscadores y bases de datos como son google académico, web of Science, Science, Direct, Scopus, Pubmed, Scielo.

El segundo paso permite evaluar más a fondo si los resultados que cumplan con los criterios de inclusión (investigaciones cuantitativas y cualitativas, acceso completo a la información de bioactivos) y exclusión. Este punto permitió la valoración y clasificación de la literatura utilizada, además, sirvió de base para el continuar con el paso tres.

Análisis	Síntesis	Técnica de bola de nieve	Evaluación	Búsqueda
<ul style="list-style-type: none"> Estudios incluido el análisis cualitativo y cuantitativo Análisis descriptivo por categorías (bioactivos presentes en la hierba luisa) 	<ul style="list-style-type: none"> Estudios incluidos en síntesis cualitativa Elaboración o desarrollo del documento 	<ul style="list-style-type: none"> Permitió encontrar información bibliográfica sobre los bioactivos utilizados en la industria 	<ul style="list-style-type: none"> Estudios de texto según criterios de elegibilidad Criterio de inclusión: investigaciones cuantitativas y cualitativas, acceso completo sobre bioactivos. Criterios de exclusión: investigaciones fuera del periodo de recogida de datos de bioactivos de la hierba luisa. 	<ul style="list-style-type: none"> Realizada en base de datos Términos Clave aislados Filtros año de publicación: de preferencia artículos del 2000 en adelante. Área: biotecnología, química, alimentos Tipos de documentos: artículos científicos, tesis, libros Lenguaje: ingles, español y portugués.

Figura 2. Diagrama del método salsa.

El tercer paso, la técnica de bola de nieve consiste en el uso de referencias y citas de artículos para identificar literatura más relevante, es decir, las literaturas de revisión encontradas a través de la búsqueda inicial sirvieron de base para la bola de nieve con la finalidad de encontrar 15 investigaciones bibliográficas adicionales. El cuarto consistió en la síntesis o elaboración del documento basándose en las informaciones relevantes de la literatura seleccionada bajo criterios mencionados. Para esto las publicaciones identificadas y evaluadas en las etapas anteriores fueron leídas detenidamente con la finalidad relacionar la información relevante en el documento escrito.

Finalmente se procedió a analizar la información sintetizada para que cumpla con el objetivo de la investigación. Para esto se analizaron operaciones unitarias, procesos y materias primas involucradas en la obtención de aislados proteicas a partir de leguminosas para el desarrollo de los resultados y discusión del trabajo actual.

Resultados y discusión

Composición química de la hierba luisa

Los aceites esenciales son metabólicos secundarios producidos por las plantas, están compuestos por una mezcla compleja de terpenoides, principalmente, monoterpenos (C10), sesquiterpenos (C15), y una variedad de fenoles aromáticos, óxidos, éteres, alcoholes, esterers, aldehídos y cetonas que determinan el aroma y el olor característico de la planta, el componente biológicamente activo de la especie vegetal es el citral, que es una mezcla de dos aldehídos monoterpénicos, estereoisoméricos que provienen del geraniol y neral, con sus respectivos componentes según se detalla en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Componentes bioactivos de *Cymbopogon citratus*.

Fitonutrientes	Contenido mineral	Vitaminas
Flavonoides	Sodio	Vitamina A
Alcaloides	Potasio	Vitamina C
Vitaminas	Calcio	Vitamina E
Taninos	Hierro	Folato
Fenoles	Fósforo	Tiamina
Saponinas	Selenio	Niacina
Aceites esenciales	Zinc	Pirodixina
Esteroides	Magnesio	Rivoflabin
Constituyentes de los aceites esenciales		
Citral	α -Terpineol	β -Mirceno
Burneol	β -O-Cimene	Allo-o-cimene
α -óxido de pineno	Mircenol	t-Muurolol
Linalool	1-Octin-3-ol	trans-crisantemo
Citronellal	Neral	3-Undencyne
Nerol	trans-(-)-Carveol	Geraniol
Geraniol	Nerol	Citronellol
Metil-n-nonilcetona	Dextro-carvoneno	Ácido geránico
α -Bergamoteno	Isolongifolene	Muuroleno
α -Farneseno	α -Elemol	α -Gurjuneno
Viridiflorol	Humuleno	α -Selineno

(Ekpenyong *et al.*, 2014; Ayay e Infante, 2019).

Aplicaciones en la industria

En las últimas décadas, la prevalencia de varias enfermedades como la obesidad y la diabetes ha aumentado, causando una alta morbilidad y mortalidad prematura incrementando considerablemente los costos de salud. En consecuencia, los investigadores han centrado sus en estudios de tratamientos alternativos para prevenir estas enfermedades y mejorar la salud humana. En este sentido, se ha afirmado que las fuentes botánicas aportan propiedades beneficiosas relacionadas con varios trastornos fisiológicos.

Por estas razones, en los últimos años, los investigadores se han centrado en el desafío de la extracción de compuestos bioactivos de las plantas para aumentar el valor nutricional de los productos alimenticios. Acimović *et al.* (2020) considera que el *C. citratus* es de gran interés en la industria por su composición y genera una dosis promedio entre 1 a 5 ml L⁻¹ dependiendo el proceso.

Reina y Fernández (2022) mencionan que el aceite de hierba luisa es utilizado en la industria alimentaria y no alimentaria por sus componentes bioactivos que aportan al mejoramiento y conservación de los productos. En la industria alimentaria el *C. citratus* industrialmente, sirve como aditivo, saborizante, conservante en bebidas y alimentos (Oladeji *et al.*, 2019). Según se detalla en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Aplicaciones del extracto de la hierba luisa en la industria alimentaria.

Aplicación	Tipo	Beneficio	Referencia
Bebidas	Energizante	Por su contenido de citral, aporta valores nutritivos y tienen la capacidad de contener agentes antioxidantes, lo cual representa beneficios a la salud.	(Silva, 2016)
	Hidratante	Poseen un agradable aroma y sabor por sus constituyentes citral, limoneno y terpenos, que son responsables de recuperar la energía perdida por actividades físicas.	(Fernández <i>et al.</i> , 2020) (Carranza <i>et al.</i> , 2020)
	Funcional	Por su contenido fenólico (flavonoides) impide la generación de radicales libres.	(Ramos, 2016)
Aditivos alimentarios	Conservante	El extracto de hierba luisa es un líquido aceitoso, volátil, que tiene como constituyente principal el citral, que es responsable de la actividad antioxidante y fungitóxica.	(Martínez <i>et al.</i> , 2018) (Majewska <i>et al.</i> , 2019)
	Aromatizantes	Los componentes citral y limoneno son utilizados en aderezos, vinagres y en la repostería sirven para dar mejor sabor y aroma al producto final.	(Silva <i>et al.</i> , 2016) (Criollo, 2019)

Según Silva (2016) manifiesta que las bebidas energizantes al contener citral aportan beneficios a la salud y Ramírez *et al.* (2021) afirma que son no alcohólicas porque está compuesta por extractos vegetales que incluye vitaminas, minerales, etc. Mientras que menciona que las bebidas hidratantes al poseer saborizante natural tienen la finalidad de reponer la energía y electrolitos perdidos por el cuerpo humano durante la actividad física. Salazar (2006) argumenta que el consumo se debe a su sabor agradable garantizando una correcta hidratación.

Cucaita (2017) agrega que las bebidas funcionales del *Cymbopogon citratus* al tener componentes bioactivos reduce el riesgo de enfermedades y Carranza *et al.* (2020) expresan que contribuye al bienestar nutricional por su alto índice de consumo. El uso de *Cymbopogon citratus*, en la elaboración de bebidas es de gran interés al tener propiedades funcionales que benefician la salud mental o corporal de las personas.

Por otra parte, Enríquez *et al.* (2018) en su estudio de la hierba luisa en una bebida funcional con naranja determina que la actividad antioxidante encontrada depende de la concentración, en la inhibición de degradación de la 2-desoxirribosa hasta 59% ($4\ 000\ \sim\text{g ml}^{-1}$), asimismo, inhibió al radical ABTS^{o+} hasta 53.1% ($1\ 000\ \sim\text{g ml}^{-1}$) y al radical DPPH^o hasta 53% ($1\ 000\ \sim\text{g ml}^{-1}$) Asimismo, mostró correlación positiva de 0.93, con la 2-Dx; 0.96, con el catión ABTS^{o+} y 0.99 con al radical DPPH^o, con el contenido de polifenoles totales ($1.01\ \sim\text{g AGE g}^{-1}$ muestra) mostrando afinidad positiva.

Industria no alimentaria

En esta industria se pudo identificar la utilización del mirceno, citronelol, geraniol y neral, aplicados en la parte agrícola y de cosméticos según se detalla en el (Cuadro 3).

Cuadro 3. Aplicaciones en la industria no alimentaria.

Aplicaciones	Tipo	Beneficios	Referencias
Agrícola	Insecticida	El extracto de hierba luisa repele insectos como mosquitos, pulgones, por lo que contiene citral y también mirceno, citronelol y geraniol.	(Narayan y Maheshwar, 2017)
	Fungicida	El alto poder fungicida se debe al componente citral, que inhibe la germinación y el desarrollo micelial del hongo.	(Rodríguez <i>et al.</i> , 2018)
	Herbicida	Es empleado para el control de malezas por su principal compuesto el citral.	(García, 2013)
Cosméticos	Perfumería	Los elementos principales geraniol y neral son responsables de potenciar el aroma, que al ser un componente natural no daña la piel y su fragancia es más duradera.	(Durán <i>et al.</i> , 2021) (Narayan y Maheshwar, 2017)
	Desodorante	El α -citral y mirceno, tienen propiedades antibacterianas y de limpieza que ayudan a combatir el olor corporal desagradable y prevenir infecciones fúngicas y bacterianas.	(Narayan y Maheshwar, 2017)
	Shampoo	El citral, mirceno, geraniol tienen efectos repelentes sobre piojos, también se utiliza para reducir la caspa a través de sus propiedades antimicrobianas y antiinflamatorias.	(Narayan y Maheshwar, 2017)

Kaur (2021) indica que el aceite de hierba luisa al poseer componentes activos tiene la capacidad de repeler insectos que se encuentran presentes en el ambiente. Por otro lado, Moreta (2018) sugiere que al ser un producto natural ayuda a estimular los procesos metabólicos de los cultivos para fortalecerlos y protegerlos de microorganismos. Así mismo, Rodríguez *et al.* (2018) argumentan que en su estudio realizado sobre la actividad antifúngica del C.

El citratus componente principal es el (citral) que tiene la característica de inhibir en el crecimiento de mohos y hongos. Además, Vargas (2013) considera que al ser un insumo orgánico contribuye en las funciones de defensa de las plantas influyendo como un tonificador para contrarrestar condiciones adversas. Montero *et al.* (2017) subrayan que los herbicidas proporcionan el control de malezas en el campo porque destruyen la membrana celular y provoca la desecación de plantas invasoras.

Durán *et al.* (2021) recalcan que en la elaboración de perfumes los principios activos potencian su aroma. Incluso, Kim *et al.* (2022) establecen que en los desodorantes al poseer antioxidantes eliminan el olor corporal y tienen la capacidad protectora en la piel. De igual modo Khan (2020) define en su estudio sobre shampoo de hierba luisa que tiene efectos sobre la presencia de caspa en el cuero cabelludo. La utilización del C. citratus en el área no alimentaria tiene efectos no tóxicos por sus componentes activos naturales que posee y genera un impacto amigable al medio ambiente.

Industria farmacéutica

Los componentes identificados son el mircenol, neral, citral, geraniol, citronelol y linalol que son aplicados en forma acuosa cumpliendo un rol primordial en los sistemas de asistencia sanitaria en todo el mundo, según se detalla en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Actividades farmacológicas.

Actividad farmacológica	Componente bioactivo	Referencia
Actividad antibacterial	Se atribuyen a tres compuestos específicos: el α -citral, mircenol y el β -citral que individualmente actúan sobre bacterias gram negativas y gram positivas. Por su componente mircenol, neral, citronelol y geraniol son útiles en afecciones de la piel como acné porque ayudan a inhibir cepas dermatofitos.	(Ekpenyong <i>et al.</i> , 2015) (Morillo e Ibarra, 2018)
Actividad antifúngica	Se pueden atribuir a la presencia de varios constituyentes, como citral, γ -mircenol, linalol y geraniol porque provoca la muerte del hongo.	(Boukhatem <i>et al.</i> , 2014)
Actividad antioxidante	Reportan metanol, etanol acuoso, flavonoides son eliminadores de radicales libres son los responsables de la actividad antioxidante tiene efecto sobre enfermedades cardiovasculares.	(Cetina, 2018)

También, Ekpenyong *et al.* (2015) evaluaron la actividad antifúngica obteniendo como resultado la destrucción de fitopatógenos presentes en el ambiente. Además, Enríquez (2021) en su estudio de la Guaviduca describe que los flavonoides contienen propiedades antioxidantes que contribuyen a la reducción de enfermedades. González *et al.* (2008) indica en su estudio que el *Cymbopogon citratus*, se aplica en la industria farmacéutica para elaborar medicamentos y productos de limpieza demostrado su efectividad en contra de enfermedades, hongos y bacterias.

Según Chambal (2015) el aceite esencial de hierba luisa posee una capacidad inhibitoria frente a cepas de candida albicans, lo que sugiere el valor potencial de este elemento para este tratamiento cutáneo. Además, Auccapiña *et al.* (2017) realizó estudios en ungüentos y cremas que contenían este elemento teniendo una eficacia en su uso, al tomar en cuenta la susceptibilidad de la Candida spp a los anti fúngicos. Angos y Duque (2013) afirma que el extracto de la especie vegetal sobre el *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 tiene una CMI (concentración mínima inhibitoria) de 0.3 mg ml⁻¹ y una CMB (radiación de fondo de microondas) 1.25 mg ml⁻¹, mientras que, la CMI y la CMB sobre *Staphylococcus epidermidis* ATCC1228 tienen valor similar de 0.63 mg ml⁻¹, demostrando el poder antibacteriano. Según Enríquez *et al.* (2018) en su estudio sobre el Sacha Ajo indica que la actividad antioxidante de una especie vegetal es la expresión de los diferentes elementos fenólicos que se están empleando para neutralizar las especies reactivas de oxígeno.

Conclusiones

Se analizó 49 artículos científicos obtenidos de Springer, Scielo, Google Scholar, Researchgate, Pubmed, Scopus, Rdaly de los cuales 70% indican el poder biológico y la utilización del extracto de hierba luisa. Se determinó 24 componentes bioactivos y 33 constituyentes totales del aceite esencial, con relación a la utilización en la industria se determinaron 2 aplicaciones en la industria alimentaria (bebidas, aditivo alimentario) y no alimentaria (agrícola, cosméticos, farmacológica).

Tras la revisión bibliográfica se identifica el efecto antibacteriano, antifúngico significativo sobre cepas Gram (+) y Gram (-), al tener una fuente promisorio de compuestos químicos antimicrobianos que se utilizaron en la industria. El *Cymbopogon citratus* por sus componentes biológicos ha sido aprovechado en la industria durante los últimos años, en el campo no alimentario el mirreno, citronela, citronelol y geraniol son los elementos más utilizados y son los responsables de potenciar el aroma y prevenir infecciones fúngicas y bacterianas.

En la parte alimentaria el bioactivo citral es empleado como un elemento funcional que permite bajar costos de producción y evitar la toxicidad. La utilización del extracto de hierba luisa cumple un rol en la industria a nivel local y mundial por sus componentes biológicos que sustituyen, conservan y mejoran los productos finales que se ofertan en el mercado alimentario y no alimentario.

Literatura citada

- Aćimović, M.; Kiprovski, B. X. and Gvozdenc, S. 2020. Application of *Cymbopogon citratus* in Agro-Food Industry. Journal of Agronomy, Technology and engineering management. 3(3):423-436. <http://fiver.ifvcns.rs/handle/123456789/2220>.
- Angos, K. L. M. y Duque, G. G. V. 2013. Evaluación de la actividad antibacteriana in vitro del aceite esencial de hierba luisa (*Cymbopogon citratus* (DC) STAPF), Poaceae en una formulación cosmética con finalidad antiacnéica. <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf>.
- Auccapiña, E. R.; Champi, J. C. y Lino, D. B. 2017. Caracterización y evaluación de la actividad antibacteriana del aceite esencial de hierba luisa (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf.) obtenido por el método de arrastre con vapor. Tesis para optar el título de ingeniero químico. Universidad del Callao. Peru 12-15 pp.
- Arai, S. 2000. Functional food science in Japan: state of the art. Biofactors. 12:13-6.
- Asgary, S.; Rastqar, A. and Keshvari, M. 2018. Functional food and cardiovascular disease prevention and treatment: a review. J. Am. Coll. Nutr. 37(5):429-455. <https://doi.org/10.1080/07315724.2017.1410867>.
- Ayay, Y. e Infante, L. 2019. Actividad antibacteriana del colutorio a base del aceite esencial de las hojas de *Cymbopogon citratus* “hierba luisa” en cepas aisladas de *Streptococcus mutans* de niños de la I.E.82003 “Nuestra señora de la Merced” Cajamarca 2018. Tesis para optar el título de químico farmacéutico. Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo. <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/88>. 22-35 pp.
- Boukhatem, M. N. Ferhat, M. A. Kameli, A. Saidi, F. and Kebir, H. T. 2014. Lemon grass (*Cymbopogon citratus*) essential oil as a potent anti-inflammatory and antifungal drugs. Libyan Journal of Medicine. 9(1):34-35. <https://doi.org/10.3402/ljm.v9.25431>.
- Carranza, J. D. C. Rodríguez, L. R. V. Palacios, C. A. C. & Rivadeneira, A. A. D. 2020. Bebida funcional a base de pitahaya (*Hylocereus undatus*) y extractos de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) y albahaca (*Ocimum tenuiflorum*). Rev. Técn. Facult. Ingen. Universidad del Zulia. 2:90-95. <https://doi.org/10.22209/rt.ve2020n2a13>.
- Cetina, C. J. O. 2018. Evaluación de la actividad antioxidante de extractos de *Cymbopogon citratus* (DC. Stapf) provenientes de matrices tratadas con radiación UV-B. Tesis presentada como requisito para optar al título de Químico. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/19478/1073231930.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. 33-45 pp.

- Cucaita, L. E. J. 2017. Escalamiento de la producción de bebidas funcionales a partir de productos vegetales no tradicionales. Trabajo para optar al título de especialista en Ciencia y tecnología de alimentos. Universidad Nacional de Colombia. <http://www.bdigital.unal.edu.co/57202/>. 20-30 pp.
- Chamba, L., Lanas, T., Guillermo, A., & Lupe, M. 2015. Efecto antifúngico del aceite esencial del *Origanum vulgare* (orégano) y *Cymbopogon citratus* (hierba luisa), sobre cepas de *Candida albicans* en comparación con la nistatina estudio invitro. 45-50 pp.
- Chasquibol, N.; Lengua, L.; Delmás, I.; Rivera, D.; Bazán, D.; Aguirre, R. y Bravo, M. 2003. Alimentos funcionales o fotoquímicos, clasificación e importancia. Rev. Peruana de Química e Ingeniería Química. 6(2):9-20. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/view/4822/3893>.
- Durán, Z.; Quintero, O y Durán, D. X. 2021. Características del aceite esencial de limonaria (*Cymbopogon citratus*) producido en yopal, Colombia. Ingenio Magno. 12(2):62-70. <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ingeniomagno/article/view/2426>.
- Ekpenyong, C. E.; Akpan, E. E. and Daniel, N. E. 2014. Phytochemical constituents, therapeutic applications and toxicological profile of *Cymbopogon citratus* Stapf (DC) leaf extract. J. Pharm. Phytochem. 3(1):133-141. <https://www.phytojournal.com/vol3Issue1/Issue-may-2014/32.1.pdf>.
- Ekpenyong, C. E.; Akpan, E. X.; Ekpenyong, C. E. y Nat, C. J. 2015. Etnofarmacología, fotoquímica y actividades biológicas de extractos de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf Machine Translated by Google. Chino diario de natural medicamentos. 13(5):321-337.
- Enríquez, E. M. 2021. Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido fenólico del aceite esencial de hojas secas y húmedas de Guaviduca (*Piper carpunya* Ruiz & Pav.). Semiárida. 31(1):09-15.
- Enríquez, M.; Pérez, M.; Manobanda, P.; Villafuerte, F.; Yanez, K.; Ramos, M. and Morell, L. 2018. Antioxidant activity and differentiation of essential oils of Guaviduca (*Piper carpunya* L.) and Sacha Ajo (*Mansoa alliacea* L.). Italian J. Food Sci. 19-28 pp.
- Enríquez, E. M.; Kevin, M. V. y Uvidia, C. H. 2022. Alimentos funcionales la tendencia de consumo del siglo XXI. Reciena. 2(1):10-19. <https://doi.org/10.47187/reciena.v1i3.22>.
- González, J. C. A.; De Colmenares, N. G.; Usubillaga, A.; Darghan, E. y Linares, S. 2008. Evaluación de variables agronómicas en el cultivo de limonaria (*Cymbopogon citratus* Stapf) para la producción de aceite esencial. Interciencia. 33(9):693-699.
- Gunnarsdottir, I.; Davidsdottir, B.; Worrell, E. and Sigurgeirsdottir, S. 2020. Review of indicators for sustainable energy development. En renewable and sustainable energy reviews. Elsevier Ltd. 133:1-22. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110294>.
- Hurtado, S. V.; Camacho, N. A. S.; Zavala, G. L.; Borroso, C. D. y Zamora, A. A. C. 2015. Alimentos funcionales y su relación con el estado de salud. In alimentos funcionales y compuestos Bioactivos. <http://www.plazayvaldes.com/>. 10-20.
- Khan, N. T. 2020. Therapeutic benefits of lemongrass and tea tree. Annals of civil and environmental engineering. 4(1):27-29. <https://doi.org/10.29328/journal.acee.1001022>.
- Kim, C.; Park, J.; Lee, H.; Hwang, D. Y.; Park, S. H. and Lee, H. 2022. Evaluation of the EtOAc extract of lemongrass (*Cymbopogon citratus*) as a potential skincare cosmetic material for acne Vulgaris. J. Microbiol. Biotechnol. 32(5):594-601. <https://doi.org/10.4014/jmb.2201.01037>.

- Lain, P. 1986. El sentido de la dieta en la grecia clásica. Ciencia, técnica y medicina. Alianza Ed. Madrid.
- Martínez, U. R.; Palacios, M. E. A.; Martínez, I. E. C.; Ramos, D. H. y Castillo, G. Z. 2018. Viabilidad del uso de zacate limón (*C. citratus*) en la elaboración de alimentos funcionales. XI Congreso Nacional 2018 Agroindustrial/Alimentario/Biotecnológico. 3-5 pp.
- Montero, S. L.; Cardoso, J. C. y Gonzalo, E. 2017. Vinagre triple 12,5%: Herbicida natural en siembra directa de maíz (*Zea mays*) orgánico. Espamciencia. 8(2):13-21. [moz-extension://5d196493-d44e-456b-a7c4c934d15796e0/enhancedreader.html?openApp&pdf=https%3A%2F%2Fdigitalnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F7020055.pdf](https://doi.org/10.1016/j.espa.2017.08.001).
- Moreta, D. C. T. 2018. Evaluación de productos orgánicos para el control de antracnosis (*Colletotrichum* spp.) en el cultivo de brócoli en Pishilata provincia de Tungurahua. Tesis para optar el título de Ingeniera Agrónoma. Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/29086/1/Tesis-218>. Ingeniería Agronómica -CD 615.pdf. 20-30 pp.
- Morillo, J. A. y Ibarra, M. C. B. 2018. Eficacia inhibitoria del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* sobre cepas de *Porphyromona gingivalis*: estudio in vitro. Odontología. 20(2):5-13. <https://doi.org/10.29166/odontologia.vol20.n2.2018-5-13>.
- Narayan, P. and Maheshwari, R. K. 2017. Astonishing *Cymbopogon citratus* (Lemongrass) for healthcare prakash. Res. J. Chem. Environ. Sci. 5(5):84-90. <http://www.aelsindia.com/rjcesoctober2017/15.pdf>.
- Oladeji, O. S.; Adelowo, F. E.; Ayodele, D. T. and Odelade, K. A. 2019. Phytochemistry and pharmacological activities of *Cymbopogon citratus*: A review. Scientific African. 6:e00137. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e00137>.
- Kaur, R. R. A. 2021. Efectos de hibiscus rosa síntesis y *Cymbopogon citratus* contra los áfidos: una revisión. Archivos de plantas. 21:2317-2322. [https://doi.org/https://doi.org/10.51470/plantarchives.2021.v21.S1.380](https://doi.org/10.51470/plantarchives.2021.v21.S1.380).
- Ramírez, L. A. R.; Moreno, E. R.; Ortiz, A. I. V.; Ruvalcaba, J. C. and Rico, J. A. 2021. Review of the composition of energy drinks and health effects perceived by young consumers. Jonnpr. 6(1):177-188. <https://doi.org/10.19230/jonnpr.3800>.
- Rodríguez, E. M.; Cuadros, M. O.; Merini, L.; Ríos, A. E. M. y Rivera, A. T. 2018. Efecto de agroinsumos y aceites esenciales sobre el suelo de hortalizas en el Caribe Colombiano. Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 19(1):103-124. <https://doi.org/10.21930/rcta.vol19-num1.art:535>.
- Salazar, M. P. 2006. El uso de la proteína hidrolizada de soya para bebidas hidratantes. Proyecto de trabajo de grado previo a la obtención del título de ingeniero en alimentos. Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3354/3/P89.pdf>.
- Silva, G. M. 2016. Evaluación del uso de aceite esencial *Cymbopogon citratus* Stapf (hierba luisa) en la conservación y almacenamiento de tres frutos de consumo masivo del mercado central del cantón Quevedo. Tesis previa a la obtención del título de ingeniería agroindustrial. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/273/1/T-UTEQ-0029.pdf>.
- Vargas, S. V. 2013. Formulación, caracterización fitoquímica y fisicoquímica, y dosificación de insecticidas orgánicos para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.)". Tesis previa a la obtención del título de ingeniera Bioquímica. Universidad Técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6637/1/BQ43.pdf>.