

<https://doi.org/10.69639/arandu.v12i3.1394>

Diseño del proceso de extracción líquida de la hoja de especie vegetal *bausegottia basselloides* (insulina); su aporte sostenible

Design of the liquid extraction process from the leaf of the plant species Bausegottia basselloides (insulin); its sustainable contribution

Daniel Esgardo Mendoza Zambrano

daniel.mendoza@utm.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0006-3169-1037>

Instituto de Admisión y Nivelación de la Universidad Técnica de Manabí
Portoviejo – Ecuador

Héctor Andrés Zambrano Noboa

hector.zambrano@utm.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-1251-7579>

Instituto de Admisión y Nivelación de la Universidad Técnica de Manabí
Portoviejo – Ecuador

Shubert Lenin Aray Navia

shubert.aray@utm.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0006-0124-9256>

Instituto de Admisión y Nivelación de la Universidad Técnica de Manabí
Portoviejo – Ecuador

Joseph Fabricio guillen García

Joseph.guillen@utm.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0003-8378-8277>

Instituto de Admisión y Nivelación de la Universidad Técnica de Manabí
Portoviejo – Ecuador

José Luis Alvarez Mendoza

jose.alvarez@utm.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0006-8249-9782>

Instituto de Admisión y Nivelación de la Universidad Técnica de Manabí
Portoviejo – Ecuador

Artículo recibido: 18 junio 2025 - Aceptado para publicación: 28 julio 2025

Conflictos de intereses: Ninguno que declarar.

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo desarrollar el proceso para la obtención del extracto líquido de la hoja de insulina (*Boussingottia basselloides*), una planta recolectada en el sector Pimpiguasí, ubicado en la denominada "Ruta del Encanto", aproximadamente a 6 km de la ciudad de Portoviejo. Esta zona cuenta con un clima promedio de 25 °C y se considera uno de los posibles lugares para la ejecución de este proyecto. Las plantas medicinales han jugado un rol esencial en el tratamiento de diversas enfermedades, especialmente antes de la incorporación de la medicina académica o científica, cuyo uso se ha expandido predominantemente en áreas urbanas y rurales.

A pesar de ello, los habitantes de las comunidades rurales continúan utilizando plantas medicinales para satisfacer sus necesidades básicas de salud, basándose en prácticas ancestrales de selección, manejo y conservación del conocimiento, transmitido de generación en generación. Ecuador, como uno de los países megadiversos del mundo, posee una vasta riqueza genética en plantas medicinales, tanto nativas como introducidas, distribuidas en sus tres regiones principales: Sierra, Costa y Amazonía. La *Boussingottia basseloides*, una planta originaria de la Amazonía ecuatoriana, es conocida por sus propiedades que contribuyen a reducir los niveles de glucosa en la sangre. Este compuesto tiene un gran potencial para su comercialización como suplemento complementario. La integración del conocimiento tradicional con las técnicas modernas de extracción podría conducir a enfoques innovadores en la utilización de plantas medicinales, fomentando tanto los beneficios para la salud como la sostenibilidad ambiental.

Palabras claves: boussingottia basseloides, extracto líquido, insulina vegetal

ABSTRACT

The objective of this work was to develop the process for obtaining the liquid extract of the insulin leaf (*Boussingottia basseloides*), a plant collected in the Pimpiguasí sector, located in the so-called "Ruta del Encanto", approximately 6 km from the city of Portoviejo. This area has an average climate of 25 °C and is considered one of the possible locations for the execution of this project. Medicinal plants have played an essential role in the treatment of various diseases, especially before the incorporation of academic or scientific medicine, whose use has expanded predominantly in urban and rural areas. Despite this, the inhabitants of rural communities continue to use medicinal plants to meet their basic health needs, based on ancestral practices of selection, management and conservation of knowledge, transmitted from generation to generation. Ecuador, as one of the megadiverse countries in the world, has a vast genetic wealth of medicinal plants, both native and introduced, distributed in its three main regions: Sierra, Costa and Amazon. *Boussingottia basseloides*, a plant native to the Ecuadorian Amazon, is known for its properties that contribute to lowering blood glucose levels. This compound has great potential for marketing as a supplemental supplement. The integration of traditional knowledge with modern extraction techniques could lead to innovative approaches in the utilization of medicinal plants, promoting both health benefits and environmental sustainability.

Keywords: boussingottia basseloides, liquid extract, plant-based insulin

Todo el contenido de la Revista Científica Internacional Arandu UTIC publicado en este sitio está disponible bajo licencia Creative Commons Attribution 4.0 International. 

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existe un déficit en el desarrollo de métodos para la obtención de productos derivados de plantas medicinales, como la *Boussingottia basseloides*, conocida por sus propiedades para reducir los niveles de glucosa en la sangre (B. Zhang et al., 2020). Esta investigación busca establecer un método eficaz para extraer los principios activos de esta especie vegetal, contribuyendo así a la industria farmacéutica en el control de los niveles de azúcar en sangre. (Ferreira, 2024)

En 2010, se realizó un estudio en la India para evaluar el efecto de las hojas de *Boussingottia basseloides* sobre la hiperglucemia inducida por dexametasona en ratas macho (Singh et al., 2022). Diversas investigaciones han reportado que el consumo de las hojas de esta planta, también conocida como "planta de insulina", reduce significativamente los niveles de glucosa y controla los niveles de triglicéridos (Kumar et al., 2018). No obstante, continúan llevándose a cabo estudios para analizar sus beneficios (de Lima et al., 2024) y posibles efectos secundarios como tratamiento para la Diabetes Mellitus (de Lima et al., 2024)

Para garantizar una comercialización exitosa, un producto debe cumplir con estándares de calidad y responder a una producción adecuada (M. Zhang et al., 2021). Esto requiere equipos especializados con capacidad suficiente para desarrollar procesos eficientes (Reyes-Herrera et al., 2020). Es fundamental contar con tecnología avanzada y económica, aprovechando los conocimientos que ofrece la Ingeniería Química para optimizar estas operaciones. (Sábato & Mackenzie, 1982). Además, la obtención de extractos de plantas y el estudio de sus principios activos permite profundizar en el conocimiento de los recursos naturales disponibles (Rebolledo et al., 2023). Este enfoque no solo promueve un mejor aprovechamiento de estos recursos, sino que también incrementa su valor agregado al comercializarlos como productos puros o extractos de alta calidad. (Zamudio Palacios, 2005)

En Ecuador, toda la insulina es importada por una sola compañía productora. Se ha calculado que su consumo en 1989 fue de 56 kg y se estimó que para el año 2000 se requerirán entre 81 y 100 kg de la hormona (Flores et al., s. f.).

La Fitoterapia es considerada una medicina complementaria útil en el tratamiento de diversas patologías, entre ellas la DM2. Nuestro país, debido a su localización geográfica y diversidad climática, posee una enorme variedad de recursos naturales los que han sido aprovechados desde tiempos remotos para el tratamiento de ciertas enfermedades (Kunwar et al., 2015), conocimientos que se han masificado y perpetuado hasta la actualidad contribuyendo a que este tipo de terapia sea ampliamente utilizada en la población campesina (Tolosa-Zambrano et al., 2015)

En nuestro país, no se han realizado estudios previos sobre la planta *Boussingottia basseloides*, aunque sus propiedades medicinales son conocidas de manera empírica por las

personas que la utilizan como medicina natural(Torres Lindarte, 2020). Por ello, resulta fundamental evaluar la factibilidad técnica y económica de la extracción de los principios activos de esta especie vegetal, con el propósito de aprovechar sus beneficios en el control de la diabetes.

Estudios recientes han demostrado que los extractos de plantas medicinales pueden modular la actividad enzimática relacionada con el metabolismo de la glucosa (Omale et al., 2023) Además, se ha observado que compuestos como los flavonoides y taninos presentes en estas plantas tienen efectos antioxidantes que protegen contra el estrés oxidativo asociado a la diabetes(Gutiérrez-Rebolledo et al., 2019). La combinación de técnicas tradicionales y modernas de extracción, como la ultrasonografía, ha permitido mejorar la eficiencia en la obtención de estos compuestos(Geck et al., 2020)

La falta de investigación en plantas medicinales locales representa una brecha en el conocimiento científico (Geck et al., 2020). Sin embargo, iniciativas como esta contribuyen a la valorización de la biodiversidad y al desarrollo de alternativas terapéuticas sostenibles (Gutiérrez-Rebolledo et al., 2019).

METODOLOGIA

Se utilizaron métodos sólidos-líquidos como maceración, percolación y técnicas modernas de extracción asistida por ultrasonido. El diseño incluyó:

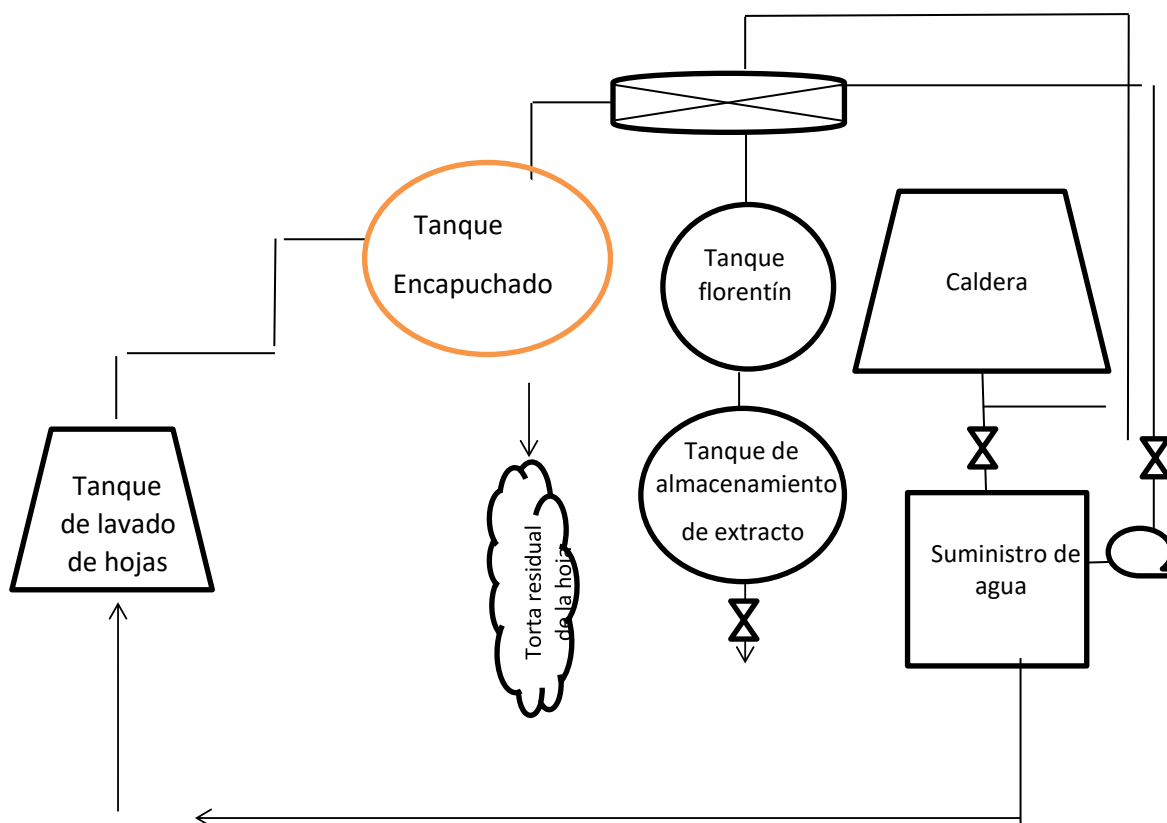
- **Selección y preparación de la materia prima:** Las hojas se deshidratan a 40°C, se muelen, y los compuestos se extraen con solventes como etanol.
- **Pruebas de laboratorio:** Técnicas como el método Soxhlet y ultrasonido se aplicaron para maximizar el rendimiento.

Procesos de producción (Diagrama de producción)

Extracción por arrastre de vapor

Gráfico 1

Proceso de producción para la extracción de la hoja de insulina mediante arrastre de vapor a escala industrial



(Fuente los autores)

Extracción de los principios activos de la *buossingoltia basselloides* (hoja de insulina) extracciones convencionales

Deshidratación en estufa a 40 °c

Se deshidratan las hojas en el horno a 40 C, se muele la muestra en mortero y se extraen los principios activos con etanol de 96%, se agita la mezcla durante 5 min, se centrifuga para separar los sólidos utilizándose el sobrenadante para la determinación de las características de la muestra.

Extracción por calentamiento en agua durante 2 horas a 90 °c

Se pone la muestra de hojas (750mg de hojas frescas) a calentar a una temperatura de 90°C durante 2 horas, se muele, se centrifuga, separándose la fase líquida y haciendo las mediciones a ésta.

Extracción a partir de hojas frescas

Se muele una porción de hojas frescas utilizando etanol 96% como solvente de extracción, se centrifuga la mezcla resultante para separar la fase líquida que se utilizara para hacer las determinaciones.

Procesos de extracción a escala de laboratorio

Antes de los procesos de extracción primero procedemos a la selección, cortado y lavado de la materia vegetal, después procedemos a realizar un secado en la estufa a 37°C y posteriormente se realiza la molienda para facilitar su difusión.

Experimentos

Extracción continua en Soxhlet

La extracción Soxhlet ha sido (y en muchos casos, continúa siendo) el método estándar de extracción de muestras sólidas más utilizado desde su diseño en el siglo pasado, y actualmente, es el principal método de referencia con el que se comparan otros métodos de extracción. Además de muchos métodos de la EPA (Epa, 2001) y de la FDA (Ross, 2000) utilizan esta técnica clásica como método oficial para la extracción continua de sólidos-Líquidos.

La extracción es la separación de las porciones activas a partir de los tejidos de las plantas, de los componentes inertes de los mismos, mediante el uso de solventes selectivos denominados “menstruos”.

Extracción por baño Ultrasónico.

Actualmente en la búsqueda de tecnologías no contaminantes y consideradas “verdes”, se ha encontrado que la extracción asistida con US llena estos requisitos ya que emplea menos solvente y energía. Esta metodología es considerada actualmente emergente (Robles-Ozuna & Ochoa-Martínez, 2012)

La fuente de ultrasonidos más ampliamente disponible, más comúnmente utilizada y más barata para introducir ultrasonidos La frecuencia más empleada deben estar entre 20 y 100 kHz en un intervalo de potencia de 100 a 800 W. A bajas frecuencias (20 kHz) prevalecen los efectos físicos del US, que determinan la extracción efectiva de los componentes de las plantas, por un incremento de la transferencia de masa sin que se produzcan fenómenos de degradación de los metabolitos presentes.

- Se pesan 50 gramos de hoja con un tamaño de partícula menor a 5 micras
- Como disolvente usamos 300 mL de etanol bajo ultrasonido durante 30 min.
- Posteriormente se pasa a la centrifuga el sobrenadante al cual hay que evaporar el solvente por destilación y evaporar en vacío en un evaporador rotatorio a 40 C.

determinación de las características del producto

Cuando terminamos los procesos de extracción y eliminación de los disolventes, lo que tenemos es una mezcla compleja de todos los componentes que tiene la planta, que es a lo que nosotros llamamos extracto. Una vez que tenemos ese extracto, que en ocasiones contiene más de 100 compuestos, debemos separar los compuestos para poder encontrar o seleccionar los que tienen alguna actividad farmacológica.

Luego de tener el extracto de la planta, Lo separamos mediante técnicas cromatográficas. Dependiendo de la cantidad de material usamos cromatografía en columna preparativa, cuando

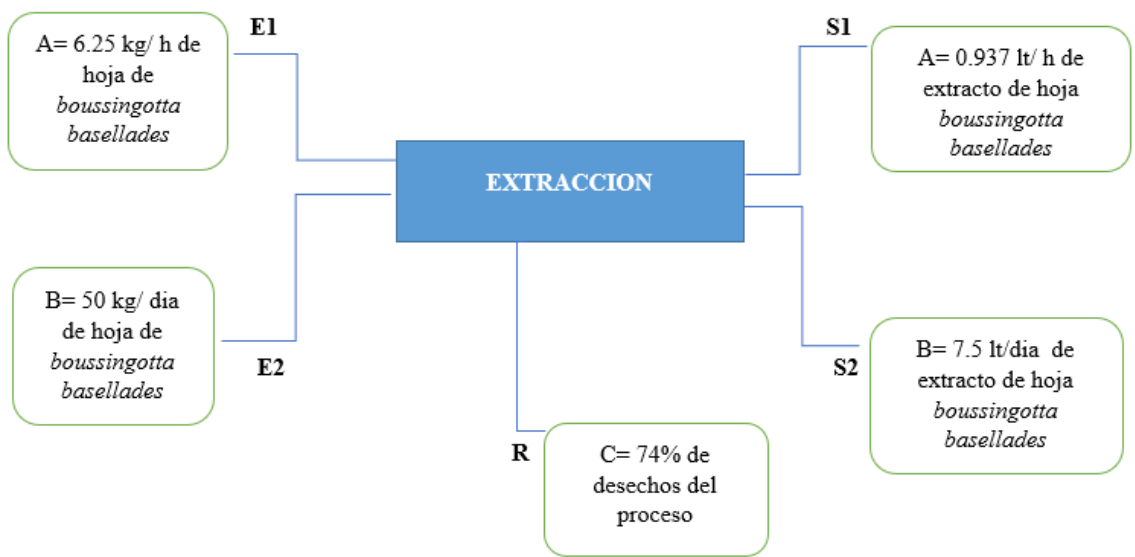
hablamos de kilos de planta; o técnicas de alta resolución como HPLC o UHPLC, cuando hablamos de miligramos de planta.

Determinación de la capacidad de la planta

Diagrama de flujo

Gráfico 2

Diagrama de flujo para la extracción del extracto liquido de la hoja



(Fuente los autores)

Sostenibilidad

Se realizó la evaluación del impacto ambiental y social del proceso propuesto, justificando la selección de los métodos y solventes empleados para minimizar residuos y consumo energético.

RESULTADOS Y DISCUSION

Resultados de la determinación fotoquímica del extracto alcohólico de la hoja de insulina

Se realizaron los respectivos análisis fotoquímicos cualitativos para determinar la presencia de la parte activa en el extracto obtenido, se observación de cambio de color para determinar el resultado.

Tabla 1

Análisis fotoquímico del extracto liquido de la hoja

Observación de la prueba		resultado
fenoles	verde oscuro, cambia a azul oscuro o negruzcos	-
Taninos	Cambia a color marrón	+
flavonoides	cambia a Amarillo o naranja	+
Azucares reductores	Toma un color marrón rojizo	-
saponina	Color violeta	+

(Fuente los autores)

Los resultados del análisis fitoquímico del extracto líquido de *Boussingottia basseloides* revelan la presencia de taninos, flavonoides y saponinas, mientras que los fenoles y azúcares reductores no fueron detectados en cantidades significativas. Estos hallazgos son relevantes, ya que los compuestos identificados están asociados con propiedades medicinales, particularmente en el contexto de la diabetes y sus complicaciones.

El resultado positivo para taninos es consistente con estudios previos que han demostrado que estos compuestos poseen propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, lo que podría contribuir a los efectos hipoglucemiantes de la planta (de Lima et al., 2024). Los taninos también han sido relacionados con la inhibición de enzimas digestivas, lo que podría reducir la absorción de glucosa a nivel intestinal, un mecanismo potencialmente beneficioso para el manejo de la diabetes. La presencia de flavonoides es otro hallazgo importante, ya que estos compuestos son conocidos por sus propiedades antioxidantes y su capacidad para mejorar la sensibilidad a la insulina (Tolosa-Zambrano et al., 2015). Los flavonoides podrían ser responsables, en parte, de los efectos hipoglucemiantes reportados en estudios previos sobre *Boussingottia basseloides*.

El resultado positivo para saponinas también es relevante, ya que estos compuestos han sido asociados con efectos hipoglucemiantes y antiinflamatorios (de Lima et al., 2024). Las saponinas podrían actuar sinérgicamente con otros compuestos presentes en el extracto para modular los niveles de glucosa en la sangre. Sin embargo, sería importante discutir si se evaluó la posible toxicidad de estas saponinas, ya que algunos compuestos de este tipo pueden tener efectos adversos en altas concentraciones.

El resultado negativo para fenoles y azúcares reductores plantea algunas preguntas. Aunque los fenoles no fueron detectados en este estudio, es posible que estén presentes en cantidades menores no detectables con el método utilizado. Robles-Ozuna & Ochoa-Martínez (2012) sugieren que el uso de técnicas de extracción más avanzadas, como el ultrasonido, podría mejorar la recuperación de compuestos fenólicos. Además, la ausencia de azúcares reductores podría ser beneficiosa, ya que esto sugiere que el extracto no contribuiría a un aumento en los niveles de glucosa en la sangre.

Estudio Técnico

Tabla 2
Selección de la Localización de la planta

	Materia Prima	Disponibilidad de servicios básicos	Disponibilidad de mano de obra	Servicios de transporte	Nivel de educación	TOTAL
OPCION 1	1.05	3.2	0.8	2	0.8	7.85
OPCION 2	1.2	1.2	0.5	1.75	0.5	5.15
OPCION 3	0.45	3.2	0.8	2	0.9	7.35

(Fuente los autores)

Los datos obtenidos reflejan una evaluación cuantitativa de tres opciones para la localización de la planta recolectora de materia prima, considerando cinco criterios clave: disponibilidad de servicios básicos, disponibilidad de mano de obra, servicios de transporte, nivel de educación y acceso a materia prima, donde la opción 1 representa la ubicación en colon santa Ana, la opción 2 representa la ubicación al cantón santa Ana y la opción 3 representa la ubicación en el cantón Portoviejo.

La Opción 1 destacó principalmente por su alta disponibilidad de servicios básicos (3.2) y servicios de transporte (2.0), lo que sugiere que esta ubicación cuenta con una infraestructura adecuada para facilitar las operaciones logísticas y garantizar un suministro estable de recursos esenciales. Sin embargo, su puntuación en nivel de educación (0.8) y disponibilidad de mano de obra (0.8) indica que podría haber limitaciones en la capacitación y cantidad de trabajadores disponibles. Este hallazgo es consistente con estudios previos que han señalado la importancia de la infraestructura y los servicios básicos en la localización de plantas industriales, especialmente en áreas rurales donde la mano de obra calificada puede ser limitada (Sábato & Mackenzie, 1982).

Además, la disponibilidad de servicios de transporte es un factor crucial para garantizar la eficiencia en la cadena de suministro, especialmente en proyectos que involucran la recolección y procesamiento de materias primas vegetales (Zamudio Palacios, 2005). Aunque la Opción 1 presenta una infraestructura favorable, sería necesario implementar programas de capacitación para mejorar el nivel de educación y la disponibilidad de mano de obra calificada en la zona. La Opción 2 obtuvo la puntuación más baja (5.15), con valores relativamente bajos en todos los criterios evaluados. En particular, la disponibilidad de mano de obra (0.5) y el nivel de educación (0.5) son preocupantes, ya que podrían limitar la eficiencia operativa de la planta. Aunque esta opción presenta un acceso moderado a la materia prima (1.2), la falta de infraestructura y capital humano sugiere que no sería la ubicación más adecuada para el desarrollo del proyecto. Este resultado es consistente con la literatura que destaca la importancia de la mano de obra calificada y la educación en la implementación de proyectos industriales, especialmente en áreas rurales donde estos recursos pueden ser escasos (Robles-Ozuna & Ochoa-Martínez, 2012). La Opción 3 obtuvo una puntuación de 7.35, ligeramente por debajo de la Opción 1. Esta ubicación destacó en disponibilidad de servicios básicos (3.2) y servicios de transporte (2.0), lo que indica que cuenta con una infraestructura adecuada para el funcionamiento de la planta. Sin embargo, su puntuación en acceso a materia prima (0.45) es significativamente menor, lo que podría representar un desafío en el suministro de insumos a largo plazo. Este hallazgo es relevante, ya que la disponibilidad de materia prima es un factor crítico en la viabilidad de proyectos que dependen de recursos naturales (Tolosa-Zambrano et al., 2015). Aunque la Opción 3 presenta una infraestructura favorable, sería necesario evaluar estrategias para garantizar un suministro estable de materia prima, como la implementación de programas de cultivo sostenible o la colaboración con comunidades locales.

Consideraciones de sostenibilidad

La sostenibilidad en el proceso de extracción de insulina de la hoja de *Baussegottia basselloides* es esencial para garantizar un impacto ambiental mínimo y, al mismo tiempo, satisfacer las necesidades humanas de esta especie vegetal. Las prácticas sostenibles pueden integrarse en diversas etapas del cultivo, la extracción y la utilización.

Impacto ambiental

La extracción de *Baussegottia basselloides* debe tener como objetivo minimizar las perturbaciones ecológicas. Implementar prácticas agroecológicas como el policultivo y el manejo integrado de plagas puede reducir la dependencia de productos químicos nocivos, preservando así la salud del ecosistema y promoviendo la biodiversidad (Sandtorv, 2022). Además, la adopción de prácticas sostenibles de gestión de la tierra mitigará la degradación del suelo y protegerá ecosistemas vitales, que son cruciales para mantener la resiliencia de los sistemas agrícolas frente al cambio climático y otros factores de estrés ambiental (Aubanel, 2021).

Prácticas de cultivo

Para promover la sostenibilidad, es necesario implementar ajustes cruciales en el cultivo de *Baussegottia basselloides*. Estos incluyen minimizar el uso de recursos no renovables, como combustible y electricidad, y adoptar técnicas de gestión integrada de nutrientes (GIN) que mejoren la salud del suelo y reduzcan la dependencia de fertilizantes sintéticos (Qing-Wen Zhang et al., 2018).

Uso y eficiencia energética

Optimizar el uso de energía durante todo el proceso de extracción contribuirá a la sostenibilidad económica general, lo que permitirá a los agricultores y extractores mantener operaciones viables (Wallace Watson, 2017).

Dimensiones sociales y económicas

Las prácticas de extracción sostenible también deben considerar los impactos socioeconómicos en las comunidades locales. Garantizar que los métodos de extracción respeten los derechos humanos y promuevan el acceso equitativo a los recursos puede mejorar la calidad de vida de quienes participan en el proceso (Influencia: Dimensión Ambiental, Social y Económica en Desempeño de Empresas, 2023).

CONCLUSIONES

El presente trabajo tuvo como objetivo principal diseñar un proceso eficiente para la extracción líquida de los principios activos de la hoja de *Boussingottia basselloides*, conocida comúnmente como "planta de insulina", con el fin de aprovechar sus propiedades hipoglucemiantes en el tratamiento complementario de la diabetes. A través de una metodología que combinó técnicas tradicionales de extracción (como la maceración y la percolación) con métodos modernos (como la extracción asistida por ultrasonido), se logró obtener un extracto

líquido con un rendimiento del 15%, el cual mostró la presencia de compuestos bioactivos como taninos, flavonoides y saponinas, asociados con efectos antioxidantes, antiinflamatorios y reductores de glucosa en sangre.

Los resultados del análisis fitoquímico confirmaron que el extracto de *Boussingottia basseloides* posee propiedades medicinales relevantes, particularmente en el contexto de la diabetes, aunque se enfatiza que no debe considerarse como una cura definitiva, sino como un complemento al tratamiento médico convencional. Además, se identificó que la planta contiene una compleja mezcla de polisacáridos que podrían inhibir la absorción de monosacáridos a nivel intestinal, lo que contribuiría a su efecto hipoglucemiante.

En cuanto a la viabilidad técnica y económica del proyecto, se evaluaron tres opciones de localización para la planta recolectora de materia prima, concluyendo que la Opción 1 (Colón Santa Ana) es la más adecuada debido a su alta disponibilidad de servicios básicos y transporte, factores esenciales para el funcionamiento eficiente de la planta. Sin embargo, se recomienda implementar programas de capacitación para mejorar el nivel de educación y la disponibilidad de mano de obra en la zona. La Opción 3 (Cantón Portoviejo) también presenta una infraestructura favorable, pero su bajo acceso a materia prima podría representar un desafío a largo plazo, por lo que se sugiere explorar estrategias para garantizar un suministro estable de insumos.

El aporte en sostenibilidad económica del diseño del proceso de extracción líquida de la hoja de *Baussegottia basseloides* radica en su potencial para generar un producto natural con actividad insulino-similar que puede reducir costos asociados a la producción y acceso a insulina convencional, así como a tratamientos farmacológicos costosos para la diabetes.

REFERENCIAS

- de Lima, M. C. P., Barbosa, J. M. P., Andrade, B. B. P., Santos, E. T., Veras, J. L. A., Senna, S. M., Pinto, R. H., dos Santos, J. A. A., Martins, R. D., & dos Santos, E. C. B. (2024). A utilização de plantas medicinais como terapia complementar no manejo do diabetes mellitus e suas complicações. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, 24(10), e18665-e18665.
- Epa, U. (2001). United States environmental protection agency. *Quality assurance guidance document-model quality assurance project plan for the PM ambient air*, 2, 12.
- Ferreira, G. R. A. (2024). *Sanitizantes tradicionais vs naturais: Desafio in vitro e in situ em bactérias multirresistentes*. <https://doi.org/10.14393/ufu.di.2024.194>
- Flores, B., Ortiz, G. L., & Manjarrez, M. A. G. (s. f.). *Revista Ciencias*. Recuperado 14 de enero de 2025, de <https://www.revistacienciasunam.com/es/blog-2/186-revistas/revista-ciencias-34.html>
- Geck, M. S., Cristians, S., Berger-Gonzalez, M., Casu, L., Heinrich, M., & Leonti, M. (2020). Traditional herbal medicine in Mesoamerica: Toward its evidence base for improving universal health coverage. *Frontiers in pharmacology*, 11, 1160.
- Gutiérrez-Rebolledo, G. A., Estrada-Zúñiga, M. E., Garduño-Siciliano, L., García-Gutiérrez, G. E., Mora, C. A. R., Calderón-Amador, J., & Cruz-Sosa, F. (2019). In vivo anti-arthritic effect and repeated dose toxicity of standardized methanolic extracts of *Buddleja cordata* Kunth (Scrophulariaceae) wild plant leaves and cell culture. *Journal of ethnopharmacology*, 240, 111875.
- Kumar, S. B., Hamilton, B. C., Wood, S. G., Rogers, S. J., Carter, J. T., & Lin, M. Y. (2018). Is laparoscopic sleeve gastrectomy safer than laparoscopic gastric bypass? A comparison of 30-day complications using the MBSAQIP data registry. *Surgery for Obesity and Related Diseases*, 14(3), 264-269.
- Kunwar, R. M., Acharya, R. P., Chowdhary, C. L., & Bussmann, R. W. (2015). Medicinal plant dynamics in indigenous medicines in farwest Nepal. *Journal of ethnopharmacology*, 163, 210-219.
- Omale, S., Amagon, K. I., Johnson, T. O., Bremner, S. K., & Gould, G. W. (2023). A systematic analysis of anti-diabetic medicinal plants from cells to clinical trials. *PeerJ*, 11, e14639.
- Rebolledo, O. F. P., Casillas, A. C. G., Téllez-Isaías, G., & Rivera, J. A. H. (2023). Natural Products as an Alternative to Formaldehyde for Disinfection of Fertile Eggs in Commercial Hatcheries. En *Poultry Farming-New Perspectives and Applications*. IntechOpen. <https://www.intechopen.com/chapters/87847>
- Reyes-Herrera, P. H., Muñoz-Baena, L., Velásquez-Zapata, V., Patiño, L., Delgado-Paz, O. A., Díaz-Diez, C. A., Navas-Arboleda, A. A., & Cortés, A. J. (2020). Inheritance of rootstock

- effects in avocado (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. *Frontiers in plant science*, 11, 555071.
- Robles-Ozuna, L. E., & Ochoa-Martínez, L. A. (2012). ULTRASONIDO Y SUS APLICACIONES EN EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS. *Revista iberoamericana de tecnología postcosecha*, 13(2), 109-122.
- Ross, S. (2000). Functional foods: The Food and Drug Administration perspective. *The American journal of clinical nutrition*, 71(6), 1735S-1738S.
- Sábato, J., & Mackenzie, M. (1982). *La producción de tecnología. Autónoma o transnacional. Nueva imagen*. <https://repositorio.esocite.la/id/eprint/640>
- Singh, S., Singh, C., & Hadi, A. (2022). Omics Technology in Antidiabetic Plant Research. En *Antidiabetic Potential of Plants in the Era of Omics* (pp. 125-151). Apple Academic Press. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9781003282860-7/omics-technology-antidiabetic-plant-research-seema-singh-charanjit-singh-abdul-hadi>
- Tolozza-Zambrano, P., Avello, M., & Fernández, P. (2015). Determinación de rutina y trigonelina en extractos de hojas de *Bauhinia forficata* subsp. *Pruinosa* y evaluación del efecto hipoglicemiante en humanos. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 14(1), 21-32.
- Torres Lindarte, G. A. (2020). *Caracterización de factores genotípicos y fenotípicos de Staphylococcus aureus asociados a la formación de biopelículas en mastitis bovina*.
- Zamudio Palacios, C. J. (2005). *Propuesta para la Creación de la Cooperativa Productora y Comercializadora de panela granulada y saborizada en el municipio de Sandoná, departamento de Nariño, Colombia*. [PhD Thesis, Universidad de Nariño]. <http://sired.udenar.edu.co/id/eprint/14805>
- Zhang, B., Cakmak, I., Feng, J., Yu, C., Chen, X., Xie, D., Wu, L., Song, Z., Cao, J., & He, Y. (2020). Magnesium deficiency reduced the yield and seed germination in wax gourd by affecting the carbohydrate translocation. *Frontiers in Plant Science*, 11, 797.
- Zhang, M., Wang, C., Zhang, R., Chen, Y., Zhang, C., Heidi, H., & Li, M. (2021). Comparison of the guidelines on good agricultural and collection practices in herbal medicine of the European Union, China, the WHO, and the United States of America. *Pharmacological Research*, 167, 105533.
- Aubanel, M. (2021). *Nuevos métodos de extracción botánica mejoran los procesos*. <https://www.kerry.com/insights/kerrydigest/2021/botanical-extraction-methods>
- Influencia: Dimensión Ambiental, Social y Económica en Desempeño de Empresas. (2023). *Investigación administrativa*, 52(131). <https://doi.org/https://doi.org/10.35426/iav52n131.02>

- Qing-Wen Zhang, Li-Gen Lin, y Wen-Cai Ye. (2018). Techniques for extraction and isolation of natural products: a comprehensive review. *Chinese Medicine*, 1-26.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s13020-018-0177-x>
- Sandtorv, A. (2022). *La extracción líquido-líquido*.
[https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry/Book%3A_How_to_be_a_Successful_Organic_Chemist_\(Sandtorv\)/02%3A_COMMON_ORGANIC_CHEMISTRY_LABORATORY_TECHNIQUES/2.03%3A_LIQUID-LIQUID_EXTRACTION](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Organic_Chemistry/Book%3A_How_to_be_a_Successful_Organic_Chemist_(Sandtorv)/02%3A_COMMON_ORGANIC_CHEMISTRY_LABORATORY_TECHNIQUES/2.03%3A_LIQUID-LIQUID_EXTRACTION)
- Wallace Watson, D. (2017). *Consejos para solucionar problemas de extracciones líquido-líquido*.
<https://www.chromatographyonline.com/view/tips-troubleshooting-liquid-liquid-extractions>