



REVISTA MULTIDISCIPLINAR EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS

Volumen 3, Número 3
Julio-Septiembre 2026

Edición Trimestral

CROSSREF PREFIX DOI: 10.71112

ISSN: 3061-7812, www.omniscens.com

Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 3, Número 3
julio-septiembre 2026

Publicación trimestral
Hecho en México

La Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias acepta publicaciones de cualquier área del conocimiento, promoviendo una plataforma inclusiva para la discusión y análisis de los fundamentos epistemológicos en diversas disciplinas. La revista invita a investigadores y profesionales de campos como las ciencias naturales, sociales, humanísticas, tecnológicas y de la salud, entre otros, a contribuir con artículos originales, revisiones, estudios de caso y ensayos teóricos. Con su enfoque multidisciplinario, busca fomentar el diálogo y la reflexión sobre las metodologías, teorías y prácticas que sustentan el avance del conocimiento científico en todas las áreas.

Contacto principal: admin@omniscens.com

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación

Se autoriza la reproducción total o parcial del contenido de la publicación sin previa autorización de la Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.



Copyright © 2026: Los autores



9773061781003

Cintillo legal

Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias Vol. 3, Núm. 3, julio-septiembre 2026, es una publicación trimestral editada por el Dr. Moises Ake Uc, C. 51 #221 x 16B , Las Brisas, Mérida, Yucatán, México, C.P. 97144 , Tel. 9993556027, Web: <https://www.omniscens.com>, admin@omniscens.com, Editor responsable: Dr. Moises Ake Uc. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2024-121717181700-102, ISSN: 3061-7812, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAUTOR). Responsable de la última actualización de este número, Dr. Moises Ake Uc, fecha de última modificación, 1 julio 2026.



Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 3, Número 3, 2026, julio-septiembre

DOI: <https://doi.org/10.71112/5c5ayn81>

**DESARROLLO DE UN DISPOSITIVO IOT PARA AMBIENTACIÓN CONTROLADA
CON ESENCIAS NATIVAS: MODELO REPLICABLE DE INNOVACIÓN LOCAL**

**DEVELOPMENT OF AN IOT DEVICE FOR CONTROLLED AMBIENT FRAGRANCE
USING NATIVE ESSENCES: A REPLICABLE MODEL OF LOCAL INNOVATION**

María del Cisne Correa

Bryan Josué Merchan Padilla

Jonnathan Steven Carabajo Morquecho

Galo Patricio Hurtado Crespo

Ecuador

Desarrollo de un dispositivo IoT para ambientación controlada con esencias nativas: modelo replicable de innovación local

Development of an IoT device for controlled ambient fragrance using native essences: a replicable model of local innovation

María del Cisne Correa^{a,*}

cisnecorrea1@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0005-2747-2352>

Bryan Josué Merchan Padilla^a

bryan2merchan@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-1936-3681>

Jonnathan Steven Carabajo Morquecho^b

carabajojonnathan98@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-4244-9848>

Galo Patricio Hurtado Crespo^b

gphurtado@sudamericano.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-7190-140X>

*Autor de correspondencia: cisnecorrea1@gmail.com, ^aColegio de Bachillerato Ricaurte Cuenca, ^bInstituto Tecnológico Superior Sudamericano, Ecuador

RESUMEN

El presente trabajo describe el diseño, fabricación e implementación de un sistema IoT para la difusión automatizada y controlada de aceites esenciales extraídos de especies vegetales nativas y adaptadas de la parroquia Ricaurte, Ecuador. El proyecto responde a las limitaciones del mercado actual, donde los equipos comerciales dependen de fragancias sintéticas importadas, carecen de programación flexible y requieren conexión a internet, lo que restringe su uso en zonas rurales o espacios sin red. La propuesta integra hardware de bajo costo basado en el microcontrolador ESP32-WROOM-32, lógica de control estable mediante comunicación exclusiva por Bluetooth y recursos botánicos locales de siete especies con propiedades aromáticas y terapéuticas validadas científicamente. Se obtuvo un prototipo

funcional con dos modos de operación anual y automático capaz de humidificar una oficina estándar de 3 × 3 m en 10 minutos con un consumo energético de apenas 0,54 Wh, equivalente a una eficiencia de 0,020 Wh/m³ que se mantiene constante independientemente del tamaño del espacio. El costo total de fabricación fue inferior al 10 % del valor de mercado de equipos comerciales equivalentes, y los costos de extracción artesanal de los aceites representaron menos del 15 % respecto a insumos importados. Los resultados demuestran que es posible desarrollar soluciones tecnológicas útiles, económicas y adaptadas al entorno local, contribuyendo al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 4, 7, 8, 11 y 13, y evidenciando que la innovación basada en recursos propios puede generar impacto real, replicable y sostenible en la comunidad

Palabras clave: Internet de las Cosas; aceites esenciales; desarrollo local; sostenibilidad; automatización; bienestar laboral.

ABSTRACT

This paper presents the design, fabrication, and implementation of an IoT system for the automated and controlled diffusion of essential oils extracted from native and adapted plant species of the Ricaurte parish, Ecuador. The project addresses the limitations of current commercial devices, which depend on imported synthetic fragrances, lack flexible scheduling, and require internet connectivity, restricting their use in rural areas or off-grid spaces. The proposed system integrates low-cost hardware based on the ESP32-WROOM-32 microcontroller, stable control logic through exclusive Bluetooth communication, and local botanical resources from seven plant species with scientifically validated aromatic and therapeutic properties. A fully functional prototype was developed with two operating modes manual and automatic capable of humidifying a standard 3 × 3 m office in 10 minutes with an energy consumption of only 0.54 Wh, equivalent to an efficiency of 0.020 Wh/m³ that remains

constant regardless of room size. Total manufacturing cost was below 10% of the market price of comparable commercial devices, and artisanal essential oil extraction costs represented less than 15% of imported inputs. Results demonstrate that it is possible to develop useful, affordable, and context-adapted technological solutions, contributing to the fulfillment of Sustainable Development Goals 4, 7, 8, 11, and 13, and showing that innovation grounded in local resources can generate real, replicable, and sustainable community impact.

Keywords: Internet of Things (IoT); essential oils; local development; sustainability; automation; workplace well-being.

Recibido: 15 junio 2026 | Aceptado: 2 julio 2026 | Publicado: 3 julio 2026

INTRODUCCIÓN

El diseño de ambientes interiores saludables se ha consolidado como una prioridad estratégica para instituciones, organizaciones y comunidades que buscan mejorar la calidad de vida, el rendimiento humano y el bienestar colectivo. Dentro de las estrategias disponibles, la aromaterapia definida como el uso racional y terapéutico de aceites esenciales de origen vegetal ha demostrado efectos positivos documentados en la reducción del estrés, la mejora de la concentración y la regulación del estado de ánimo en entornos laborales, educativos e institucionales (Villavicencio et al., 2024).

Estudios especializados indican que su aplicación adecuada puede incrementar el rendimiento hasta en un 20 % y reducir errores operativos en un 21 %, convirtiéndose en una herramienta complementaria efectiva para la gestión del bienestar (Tisserand & Young, 2014). Sin embargo, los sistemas comerciales disponibles dependen casi exclusivamente de insumos externos, tienen costos elevados y suelen requerir conexión WiFi, lo que representa una barrera importante en zonas rurales o espacios sin acceso a redes. La cuarta revolución

industrial ha transformado la forma en que las instituciones y comunidades integran tecnologías accesibles en sus procesos administrativos y operativos (Montecinos, 2021).

El Internet de las Cosas ha permitido el desarrollo de dispositivos inteligentes accesibles y versátiles. El microcontrolador ESP32-WROOM-32 destaca por su capacidad de procesamiento, bajo costo y conectividad Bluetooth, características ideales para proyectos comunitarios que requieren autonomía y estabilidad (Hercog et al., 2023; Espressif Systems, 2024). Ecuador posee una biodiversidad excepcional, y la parroquia Ricaurte cuenta con una flora rica y diversa, así como especies adaptadas con gran valor productivo, cuyas propiedades aromáticas y terapéuticas han sido validadas científicamente.

METODOLOGÍA

Enfoque y tipo de investigación

La investigación propone el uso de un enfoque mixto. El componente cuantitativo permitirá medir variables objetivas como costos de fabricación, tiempos de respuesta del sistema, dimensiones del prototipo y porcentajes de reducción de costos respecto a equipos comerciales. La combinación de ambos enfoques responde a la naturaleza multidisciplinar del proyecto, que integra conocimientos de botánica, electrónica, programación y desarrollo comunitario (Hernández-Sampieri et al., 2018).

El tipo de investigación es aplicada-descriptiva. Es aplicada porque el propósito central fue resolver un problema concreto del entorno local la dependencia de ambientadores importados y con requerimiento de internet mediante la construcción de un artefacto tecnológico funcional. Es descriptiva porque se caracterizaron sistemáticamente las siete especies vegetales empleadas, los modos de operación del sistema y los resultados de las pruebas de validación, sin manipular variables en sentido experimental clásico. No se plantea

hipótesis causal, sino la descripción rigurosa de un proceso de diseño, fabricación y evaluación (Arias, 2012).

El diseño es no experimental de Investigación y Desarrollo (I+D), organizado en fases secuenciales: revisión bibliográfica sistemática, selección de especies, diseño del hardware, fabricación del prototipo mediante impresión 3D, implementación de la interfaz móvil y validación funcional mediante pruebas de campo. Este esquema es consistente con los estándares de investigación tecnológica aplicada descritos por Baena (2017), donde el producto final constituye en sí mismo la evidencia de validación del conocimiento generado.

Propuesta del sistema Ecoaroma

La selección de la flora (plantas de Ricaurte) se basó en revisión bibliográfica sistemática y trabajo de campo, priorizando especies con propiedades comprobadas, disponibilidad permanente en la zona y relevancia en conocimientos tradicionales locales. Se seleccionaron cinco especies nativas representativas: álamo (*Populus* sp.), jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*), chilca blanca (*Baccharis* sp.), shushpilla y arupo. Según registros de la Universidad Politécnica Salesiana (2024) y la Universidad Técnica Particular de Loja (2023), se pueden incorporar dos especies adaptadas de cultivo establecido: eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y lavanda (*Lavandula officinalis*), reconocidas por su capacidad para mejorar la calidad del aire y reducir estados de estrés, respectivamente (Terán & Vera, 2026).

Figura 1*Especies vegetales seleccionadas*

Nota: Especies nativas y adaptadas de la parroquia Ricaurte con propiedades aromáticas y terapéuticas validadas. Elaboración propia (2026).

Tabla 1.*Propiedades y aplicación de especies vegetales.*

| Especie | Origen | Propiedad principal reportada | Aplicación en el sistema |
|-----------------------------------|-------------------|--|---------------------------------|
| Álamo (Populus sp.) | Nativa de la zona | Mejora la concentración y reduce la fatiga mental (Universidad Politécnica Salesiana, 2024) | Difusión manual y programada |
| Jacaranda (Jacaranda mimosifolia) | Nativa de la zona | Efecto calmante y regulador del estado de alerta (Terán & Vera, 2026) | Difusión manual y programada |
| Chilca blanca (Baccharis sp.) | Nativa de la zona | Propiedades antisépticas y purificadoras del aire (Universidad Técnica Particular de Loja, 2023) | Difusión manual y programada |
| Shushpilla | Nativa de la zona | Reduce la ansiedad y genera sensación de bienestar (Universidad Politécnica Salesiana, 2024) | Difusión manual y programada |
| Arupo | Nativa de la zona | Efecto revitalizante y aroma suave (Terán & Vera, 2026) | Difusión manual y programada |

| | | | |
|--|----------------------|--|---------------------|
| Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>) | Cultivada en la zona | Purifica el aire y favorece la función respiratoria (Terán & Vera, 2026) | Difusión programada |
| Lavanda (<i>Lavandula officinalis</i>) | Cultivada en la zona | Reduce el estrés y genera efecto relajante (Terán & Vera, 2026) | Difusión programada |

Nota: Elaboración propia con base en fuentes bibliográficas citadas.

Diseño del Sistema IoT y Lógica de Funcionamiento

El sistema se estructuró en tres capas funcionales: hardware, interfaz de usuario, diseñado bajo criterios de autonomía, bajo consumo y estabilidad operativa. La arquitectura priorizó la separación de circuitos y protecciones eléctricas para garantizar durabilidad y fiabilidad.

Figura 2

Sistema del proyecto armado.

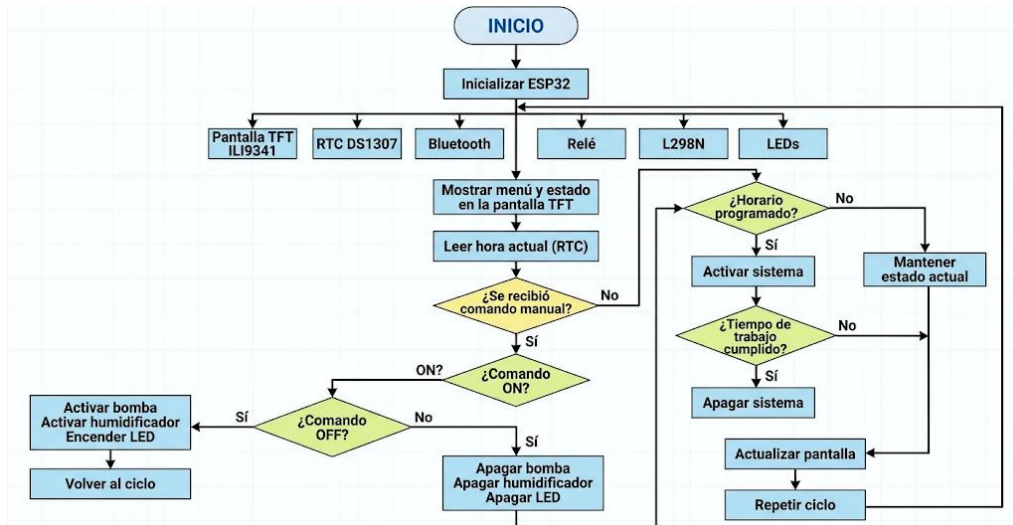


Nota: Conexión de los elementos para su funcionamiento. Elaboración propia (2026).

La lógica de operación se definió mediante algoritmo secuencial, representado en el diagrama de flujo, que garantiza precisión y evita errores de funcionamiento. El diseño contempla dos modos de funcionamiento, detallados en la Tabla 2, cubriendo necesidades de uso inmediato y programación autónoma a largo plazo.

Figura 3

Diagrama de flujo del algoritmo de control.



Nota: Secuencia completa: inicialización, recepción de comandos, verificación horaria y control coordinado de actuadores. Elaboración propia (2026).

Tabla 2.

Modos de operación y características funcionales.

| Modo de operación | Descripción detallada |
|-------------------|--|
| Manual | Activación o detención inmediata por interfaz Bluetooth; al detener, mantiene humidificación 20 s adicionales para asegurar dispersión total del aroma y evitar acumulaciones. |
| Automático | Programación de hora exacta y duración del ciclo; almacenamiento permanente en memoria no volátil; verificación horaria cada 5 s; ejecución autónoma incluso tras cortes de energía. |

Nota: Elaboración propia (2026).

Esta lógica asegura que la bomba y el humidificador actúen siempre coordinados, evitando desperdicio de esencia o funcionamiento sin carga, protegiendo así los componentes y optimizando recursos. La programación en memoria no volátil permite que las configuraciones se conserven indefinidamente, característica fundamental para uso continuo y confiable en entornos institucionales (Berrios Gomez & Rivera Herrera, 2022). El módulo de reloj en tiempo

real DS1307 garantiza la precisión temporal del sistema y la ejecución autónoma de ciclos programados incluso tras cortes de energía (Maxim Integrated, s.f.).

Figura 4

Interfaz de la aplicación.



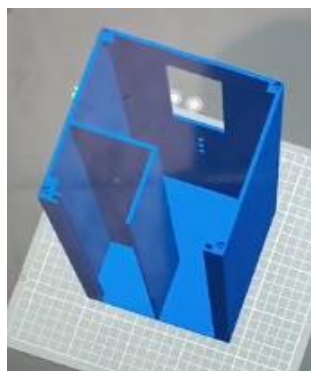
Nota: Aplicación para controlar el sistema. Elaboración propia (2026).

Interfaz de Usuario, Sistema de Comunicación y diseño

La estructura física del dispositivo fue fabricada con impresión 3D en PLA, material resistente, estable y de bajo costo.

Figura 5

Diseño de la caja en 3D



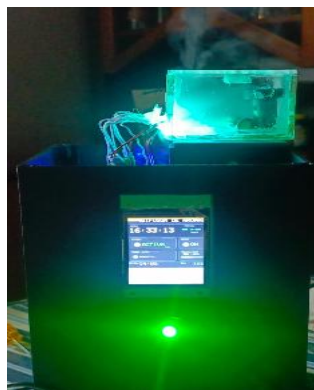
Nota: Modelado de la caja en Creadity 3D. Elaboración propia (2026).

La interacción con el sistema se realiza con una aplicación móvil desarrollada en App Inventor, diseñada con una interfaz intuitiva y organizada en la configuración Bluetooth y panel

de control permitiendo el funcionamiento sin acceso a internet, característica que garantiza la autonomía operativa para el proyecto (Patel & Patel, 2016).

Figura 6

Funcionamiento del sistema.



Nota: El sistema encendido desde la app. Elaboración propia (2026).

La comunicación de la app con el sistema utiliza código JSON, asegurando compatibilidad y estabilidad en la transmisión de comandos. Complementariamente, la pantalla TFT permite visualizar información local del sistema, la hora y el estado de funcionamiento. Este sistema favorece la implementación del dispositivo en entornos donde no hay internet, ampliando sus posibilidades de uso en diferentes contextos comunitarios (López, 2021).

La obtención de aceites esenciales se realizó mediante arrastre por vapor de agua, método artesanal estandarizado que permite preservar compuestos termolábiles sin requerir infraestructura compleja ni maquinaria costosa. Se controlaron rigurosamente parámetros de temperatura, presión y tiempo para garantizar calidad farmacognóstica adecuada. Estudios sobre aceites esenciales obtenidos de comunidades indígenas ecuatorianas confirman que los métodos artesanales preservan la calidad química de los compuestos activos (Cuamacás-Calvachi & Santiana-Arias, 2023; Cruz & Ortiz, 2022). La investigación de mercado determinó que equipos industriales de extracción tienen un costo superior a 8 000 USD (Amazon Business, 2026), cifra inalcanzable para emprendimientos locales; por tanto, la metodología aplicada se configura como una alternativa viable, económica y transferible a la comunidad,

permitiendo independencia de insumos importados y valorización de recursos propios (García, 2025).

RESULTADOS

Los resultados comprueban que la integración de conocimientos botánicos y tecnologías accesibles crean soluciones reales y evidentemente superiores a las comerciales. Al contrario de equipos del mercado, que dependen de insumos externos y redes, EcoAroma se basa en el propio territorio aportando un valor agregado a la flora de la parroquia Ricaurte y originando al mismo tiempo una proyección a emprender e innovar en la incorporación de nuevas tecnologías, para el desarrollo de productos que en el pasado se veían alejados, convirtiendo la biodiversidad en un recurso eficaz y estratégico.

La toma de datos de apoyo se realizó en una oficina con un área de 9 m² y un volumen aproximado de 27 m³. Con el funcionamiento a la vez de tres humidificadores ultrasónicos de 5 V, se estimó un tiempo de 7 minutos para lograr una adecuada dispersión del aroma. Durante este proceso, el sistema presentó un consumo energético aproximado de 0,53 Wh, Partiendo de estos valores, y considerando una altura estándar de oficina de 3 m, se calcularon de manera proporción.

Tabla 3

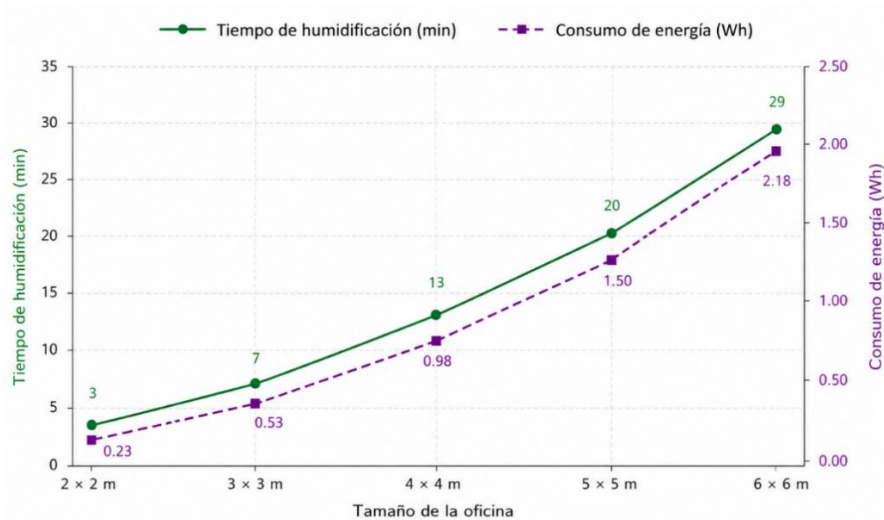
| <i>Relación del sistema con el espacio de ambientación.</i> | | | | | |
|---|---------------------------------|------------------------------------|---|------------------------------------|--|
| Dimensiones | Área (m²) | Volumen (m³) | Tiempo de humidificación (min) | Consumo de energía (Wh) | Eficiencia (Wh/m³) |
| 2x2 | 4 | 12 | 3 | 0.23 | 0.019 |
| 3x3 | 9 | 27 | 7 | 0.53 | 0.020 |
| 4x4 | 16 | 48 | 13 | 0.98 | 0.020 |
| 5x5 | 25 | 75 | 20 | 1.50 | 0.020 |
| 6x6 | 36 | 108 | 29 | 2.18 | 0.020 |

Nota: El tiempo de humificación y el consumo energético fueron calculados en relación proporcional al volumen de cada oficina.

La tabla 3 indica la relación entre el volumen de la oficina, el tiempo de humificación y el consumo de energía del dispositivo. Ambos parámetros muestran un comportamiento lineal y equitativo al volumen, lo que demuestra la eficacia operativa del sistema EcoAroma sin importar del tamaño del espacio.

Figura 7

Interacción de las variables de investigación.



Nota: La línea continua (eje izquierdo) representa el tiempo de humificación en minutos; la línea discontinua (eje derecho) representa el consumo de energía en Wh. Ambas variables aumentan de forma proporcional al volumen del espacio. Elaboración propia (2026).

Los resultados expuestos en la Tabla 3 y en la Figura 7 facilitan la identificación de dos hallazgos principales. En primer lugar, la eficiencia energética del dispositivo EcoAroma se mantiene constante en $0,020 \text{ Wh/m}^3$ en casi todos los escenarios evaluados, lo que demuestra que el sistema escala notablemente lineal y predecible con el volumen del espacio. En segundo lugar, incluso en el escenario de amplia dimensión evaluado ($6 \times 6 \text{ m} = 108 \text{ m}^3$), el consumo de energía total es de apenas $2,18 \text{ Wh}$ para un proceso total de humificación, valor considerablemente por debajo de equipos comerciales de propiedades similares

DISCUSIÓN

El análisis detallado del diseño y funcionamiento del dispositivo EcoAroma permite comprender que la combinación de tecnología IoT de bajo costo con especies vegetales y recursos propios de nuestra zona no es solo una alternativa viable, sino que representa una ventaja clara y significativa frente a los productos que ya se comercializan en el mercado.

Si se analiza el uso de recursos naturales y el impacto económico, la utilización de siete especies de plantas que crecen de forma natural en la parroquia Ricaurte marca una diferencia grande frente a la práctica habitual de comprar fragancias sintéticas traídas de otras regiones o países. Tras estudiar estas plantas, confirmamos que tanto las especies nativas como las que se han adaptado con el paso del tiempo cuentan con propiedades muy positivas para el bienestar de las personas.

EcoAroma no es solo un aparato que difunde aromas: es una herramienta diseñada para mejorar el bienestar en los espacios de trabajo, ya que sus esencias ayudan a reducir el estrés y favorecen la concentración, liberando las sustancias activas de las plantas de forma medida y controlada. Todo el diseño está pensado para que el equipo se pueda rellenar y reutilizar muchas veces, lo que genera muy pocos residuos, a diferencia de los productos comerciales que suelen ser de un solo uso, generando un impacto ambiental considerable. La contaminación del aire interior representa uno de los principales riesgos ambientales en espacios de trabajo, por lo que soluciones naturales como EcoAroma contribuyen a su mitigación (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2024). Asimismo, el aprovechamiento de recursos botánicos locales como fuente de insumos para el sistema se enmarca en la lógica de gestión sostenible de recursos biológicos renovables que caracteriza a los proyectos de innovación local (Melendez et al., 2021).

CONCLUSIONES

El desarrollo del dispositivo IoT EcoAroma cumple cabalmente con los objetivos propuestos y representa una solución innovadora, adaptada y de alto impacto para el contexto local. Se identificaron y caracterizaron siete especies vegetales de la zona con propiedades validadas, demostrando que la materia prima necesaria está disponible, es accesible y cuenta con respaldo científico. Se diseñó y fabricó una estructura física robusta mediante impresión 3D, con separación hermética, diseño funcional y acabado profesional que protege el sistema y facilita su uso.

La propuesta constituye una alternativa real y superior a sistemas comerciales, combinando valorización de recursos propios, tecnología accesible y criterios ambientales. Su diseño replicable permite adaptarlo a otras parroquias aledañas que cuentan con una riqueza botánica similar, demostrando que la innovación tecnológica no requiere grandes presupuestos, sino capacidad de observar el entorno, investigar y transformar sus recursos en soluciones útiles para todos.

Declaración de conflicto de interés

El autor declara no tener ningún conflicto de interés relacionado con esta investigación.

Declaración de contribución a la autoría

Cisne Correa: conceptualización, curación de datos, análisis formal, adquisición de fondos.

Josué Merchan: Preparación, creación y/o presentación de la obra publicada, específicamente la redacción del borrador inicial (incluyendo la traducción sustantiva).

Jonnathan Carabajo: Realizar un proceso de investigación e indagación, específicamente realizar experimentos o recopilar datos/evidencias

Galo Hurtado: Revisión del Desarrollo o diseño de metodología; creación de modelos.

Declaración de uso de inteligencia artificial

Los autores declaran que utilizaron la inteligencia artificial como apoyo para este artículo, y también que esta herramienta no sustituye de ninguna manera la tarea o proceso intelectual. Después de rigurosas revisiones con diferentes herramientas en la que se comprobó que no existe plagio como constan en las evidencias, los autores manifiestan y reconocen que este trabajo fue producto de un trabajo intelectual propio, que no ha sido escrito ni publicado en ninguna plataforma electrónica o de IA.

REFERENCIAS

- Arias, F. G. (2012). El proyecto de investigación: Guía para su elaboración (6.^a ed.). Episteme.
- Agencia Europea de Medio Ambiente. (2024). Contaminación atmosférica y sus impactos ambientales. Agencia Europea de Medio Ambiente. <https://www.eea.europa.eu>
- Amazon Business. (2026). Equipos de extracción por arrastre de vapor: Catálogo técnico y precios de referencia. Amazon. <https://www.amazon.com/b?node=16310091>
- Baena, G. (2017). Metodología de la investigación (3.^a ed.). Grupo Editorial Patria.
- Berrios Gomez, S., & Rivera Herrera, H. J. (2022). Sistema IoT basado en ESP32 para el control y monitoreo de cultivos en invernadero con enfoque de agricultura 4.0. Ingeniería Investiga, 4, Artículo 624. <https://doi.org/10.47796/ing.v4i0.624>
- Cuamacás-Calvachi, B., & Santiana-Arias, J. (2023). Análisis químico de aceites esenciales amazónicos de una comunidad Shuar ecuatoriana. La Granja: Revista de Ciencias de la Vida, 38(2), 33–45. <https://doi.org/10.17163/lgr.n38.2023.03>
- Cruz, M., & Ortiz, J. (2022). Obtención de aceites esenciales en el ámbito comunitario: comparación entre métodos tradicionales e industriales. Revista Ecuatoriana de Botánica, 28(1), 45–60.

- Espressif Systems. (2024). ESP32-WROOM-32 datasheet. Espressif Systems.
https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32_datasheet_en.pdf
- García, M. (2025). Análisis de costos en procesos de obtención de aceites esenciales: escala artesanal vs. industrial. *Revista Iberoamericana de Tecnología Aplicada*, 14(2), 78–91.
- Hercog, D., Lerher, T., Truntič, M., & Težak, O. (2023). Design and implementation of ESP32-based IoT devices. *Sensors*, 23(15), Artículo 6739. <https://doi.org/10.3390/s23156739>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2018). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- López, S. (2021). Extracción y conservación de aceites esenciales de plantas locales: métodos artesanales y aplicaciones. *Revista de Investigación y Desarrollo Tecnológico*, 7(2), 112–128.
- Maxim Integrated. (s.f.). DS1307 64 × 8, serial I²C real-time clock [Ficha técnica]. Maxim Integrated. <https://www.alldatasheet.com>
- Melendez, J. R., Velasquez-Rivera, J., El Salous, A., & Peñalver, A. (2021). Gestión para la producción de biocombustibles 2G: revisión del escenario tecnológico y económico. *Revista Venezolana de Gerencia*, 26(93), 78–91. <https://doi.org/10.52080/rvg93.07>
- Montecinos, E. (2021). Cuarta revolución industrial y la administración pública en América Latina. *Revista Venezolana de Gerencia*, 26(93), 10–32.
<https://doi.org/10.52080/rvg93.02>
- Organización de las Naciones Unidas. (2024). *Objetivos de Desarrollo Sostenible: Guía para la acción local*. ONU.
- Patel, K. K., & Patel, S. M. (2016). Internet of Things–IoT: Definition, characteristics, architecture, enabling technologies, application and future challenges. *International*

Journal of Engineering Science and Computing, 6(5), 6122–6131.

<https://doi.org/10.4010/2016.1482>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2021). De la contaminación a la solución: Evaluación global de residuos marinos y plásticos. PNUMA.

<https://www.unep.org>

Proyecto BEACON. (2024). Sostenibilidad impulsada por la comunidad: Modelos replicables.

BEACON. <https://beaconproject.org/modelos>

Villavicencio, D. V. C., Anchundia, P. J. Q., López, V. E. R., Molina, K. L. M., & Quiroz, C. A. M.

(2024). Aromacología como complemento para el desarrollo organizacional. South Florida Journal of Development, 5(7), e4201. <https://doi.org/10.46932/sfjdv5n7-037>

Terán, B., & Vera, A. N. (2026). Propiedades terapéuticas y aromáticas del eucalipto y la lavanda en la región andina. Revista Ecuatoriana de Botánica, 28(1), 45–60.

Tisserand, R., & Young, R. (2014). Essential oil safety: A guide for health care professionals (2.^a ed.). Churchill Livingstone/Elsevier

Universidad Politécnica Salesiana. (2024). Análisis multivariado de la composición química de aceites esenciales extraídos de plantas nativas del Ecuador. Repositorio Institucional UPS. <https://repositorio.ups.edu.ec>

Universidad Técnica Particular de Loja. (2023). Guía práctica para la extracción artesanal de aceites esenciales con recursos locales. Repositorio Institucional UTPL.

<https://repositorio.utpl.edu.ec>