

Investigación e innovación universitaria en técnicas agroecológicas para el impulso de la productividad y la transferencia tecnológica multidisciplinaria

University research and innovation in agroecological techniques to boost productivity and multidisciplinary technology transfer

Investigação e inovação universitária em técnicas agroecológicas para o aumento da produtividade e a transferência tecnológica multidisciplinar

Baloy Porras Henry ^{1*}, Armado Arnaldo ²

¹ Centro de Creación Intelectual y Desarrollo Socio Productivo (CIDSP). Universidad Politécnica Territorial del Estado Mérida “Kléber Ramírez” (UPTMKR). Ejido 5111, Mérida, Venezuela.

² Facultad de Ciencias y Tecnología. Universidad de Carabobo, Naguanagua 2005. Venezuela. ROR: <https://ror.org/05sj7yp62>

✉ porrasbaloy@gmail.com

| ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-5635-3477>

✉ aarmado@uc.edu.ve

| ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4670-0339>

E-mail de correspondencia: porrasbaloy@gmail.com

Revista Saastal

Vol. 2(1) enero - junio 2026

Como citar este artículo

Baloy, H., & Armado, A., (2026). *Investigación e innovación universitaria en técnicas agroecológicas para el impulso de la productividad y la transferencia tecnológica multidisciplinaria*. *Saastal*, 2(2), cb1.

© 2026 Saastal. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0), que permite el uso, distribución y reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite debidamente al autor y la fuente original.

Recibido: 20 de enero de 2026
Revisado: 18 de febrero de 2026
Aceptado: 05 marzo de 2026
Publicado: 20 de mayo de 2026

Resumen

La presente investigación sistematiza una trayectoria de 15 años de labor científica en el área de ciencia del suelo liderada por el Departamento de Química de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad de Carabobo. El estudio analiza la evolución de las líneas de investigación desde su génesis en 2010 bajo el Laboratorio de Investigaciones Bioquímicas (LIBSA-AMBIOQUIM), transitando desde el diagnóstico técnico de suelos degradados por actividades extractivas de hidrocarburos y metales pesados hacia la consolidación de soluciones agroecológicas regenerativas de alto impacto social. Metodológicamente, se evalúa la transición entre el uso de enmiendas orgánicas de origen industrial, como lignitos y lodos papeleros, hacia la validación y despliegue de bioinsumos microbiológicos aplicados directamente en campo. Este proceso se fundamentó en el modelo de investigación-participativa (IAP), lo que permitió una vinculación efectiva entre la academia y los sectores productivos. Los resultados reportan la aprobación de 13 trabajos especiales de grado entre los periodos 2021-2025, los cuales funcionan como evidencia empírica de un modelo de transferencia tecnológica exitoso y replicable. Se concluye que la integración de la innovación universitaria con las necesidades territoriales permite la recuperación de servicios ecosistémicos en suelos degradados al tiempo que fortalece la soberanía científica mediante la formación de talento humano especializado. Este enfoque holístico garantiza que el conocimiento generado en los laboratorios se transforme en herramientas operativas para la agricultura sostenible, lo que promueve la resiliencia de los sistemas agroalimentarios y la vinculación estratégica de la universidad con la sociedad venezolana.

Palabras clave: agroecología; innovación; investigación participativa; química del suelo; transferencia de tecnología.

Abstract

This research systematizes a 15-year trajectory of scientific work in the field of soil science led by the Department of Chemistry of the Faculty of Science and Technology at the University of Carabobo. The study analyzes the evolution of research lines from their origin in 2010 within the Biochemical Research Laboratory (LIBSA-AMBIOQUIM), progressing from the technical diagnosis of soils degraded by hydrocarbon extraction and heavy metal contamination toward the consolidation of regenerative agroecological solutions with high social impact. Methodologically, the transition from the use of industrial-origin organic amendments, such as lignites and paper mill sludge, to the validation and deployment of microbiological bioinputs directly applied in the field is examined. This process was grounded in the participatory action research (PAR) model, enabling effective linkage between academia and productive sectors. The results report the approval of 13 undergraduate thesis projects between 2021 and 2025, serving as empirical evidence of a successful and replicable technology transfer model. It is concluded that integrating university-driven innovation with territorial needs enables the recovery of ecosystem services in degraded soils while strengthening scientific sovereignty through the training of specialized human talent. This holistic approach ensures that knowledge generated in laboratories is transformed into operational tools for sustainable agriculture, promoting the resilience of agri-food systems and the strategic engagement of the university with Venezuelan society.

Keywords: agroecology; innovation; participatory research; soil chemistry; technology transfer.

Resumo

Esta pesquisa sistematiza uma trajetória de 15 anos de trabalho científico na área de ciência do solo, liderada pelo Departamento de Química da Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade de Carabobo. O estudo analisa a evolução das linhas de investigação desde sua origem em 2010 no Laboratório de Investigação Bioquímica (LIBSA-AMBIOQUIM), avançando do diagnóstico técnico de solos degradados por extração de hidrocarbonetos e contaminação por metais pesados até a consolidação de soluções agroecológicas regenerativas de alto impacto social. Metodologicamente, examina-se a transição do uso de corretivos orgânicos de origem industrial, como lignitos e lodo de indústria de papel, para a validação e implementação de bioinsumos microbiológicos aplicados diretamente em campo. Esse processo foi fundamentado no modelo de pesquisa-ação participativa (PAP), permitindo uma articulação efetiva entre a academia e os setores produtivos. Os resultados indicam a aprovação de 13 trabalhos de conclusão de curso entre 2021 e 2025, servindo como evidência empírica de um modelo bem-sucedido e replicável de transferência tecnológica. Conclui-se que a integração da inovação universitária com as necessidades territoriais possibilita a recuperação de serviços ecossistêmicos em solos degradados, ao mesmo tempo em que fortalece a soberania científica por meio da formação de capital humano especializado. Essa abordagem holística garante que o conhecimento gerado em laboratório se transforme em ferramentas operacionais para a agricultura sustentável, promovendo a resiliência dos sistemas agroalimentares e o engajamento estratégico da universidade com a sociedade venezuelana.

Palavras-chave: agroecologia; inovação; pesquisa participativa; química do solo; transferência de tecnologia.

Introducción

Iniciada en 2010, la trayectoria de LIBSA se enfocó en evaluar indicadores de calidad en suelos impactados por actividades antrópicas. Entre 2010 y 2016, las investigaciones diagnosticaron los efectos de contaminantes críticos: derrames de crudo en Yaracal, escorias metálicas en Tinaquillo y desechos sólidos en San Joaquín. Con su integración al Centro AMBIOQUIM en 2014, el paradigma migró hacia la recuperación edáfica. Así, se sistematizaron estudios sobre la degradación de aceites usados y el potencial de enmiendas orgánicas (lignitos y lodos papeleros) para restaurar propiedades bioquímicas y enzimáticas.

Estas iniciativas actuales se centran en el despliegue de técnicas agroecológicas diseñadas para regenerar suelos erosionados, proteger cultivos de forma orgánica y promover una agricultura regenerativa que integre saberes ancestrales con el conocimiento científico moderno [1]. En este sentido, la agroecología, representa una ciencia transdisciplinaria que amalgama la agronomía, biología, química y la antropología para alcanzar la sustentabilidad económica y la igualdad social [2]. Esta correlación entre productividad, transferencia tecnológica y vinculación social fomenta un espacio de co-creación donde investigadores, tesis y productores desarrollan soluciones emergentes, tales como bioinsumos locales y sistemas de manejo integrado de plagas [3].

Inspirado en los enfoques participativos y el pensamiento complejo, este modelo fortalece la autogestión comunitaria y se alinea con alianzas estratégicas como la Red de Escuelas Populares Agroecológicas y el programa Manos a la Siembra en el estado Carabobo [4]. El objetivo fue sistematizar la trayectoria de 15 años de LIBSA-AMBIOQUIM, analizando su transición desde el diagnóstico de suelos hacia técnicas agroecológicas validadas en 13 trabajos de grado.

Metodología

Diseño y enfoque de la investigación

El estudio se fundamenta en la Investigación-Acción Participativa (IAP), un enfoque reflexivo y colectivo. Este modelo vincula directamente la docencia con la extensión universitaria, lo que permitió a los estudiantes de pre y posgrado del Centro de Investigación y Extensión en Ambiente, Biología y Química (AMBIOQUIM) interactúen horizontalmente con agricultores en fincas, conucos y huertos escolares.

Evolución escalar y espacial de la investigación

La trayectoria metodológica transitó por dos etapas principalmente: la fase de diagnóstico y control (2010-2019), caracterizada por experimentos en microcosmos y condiciones de laboratorio para evaluar suelos degradados; y la fase de validación y campo (2021-2025), que evolucionó hacia ensayos factoriales en macetas y parcelas in situ bajo condiciones reales. Geográficamente, el impacto se expandió desde zonas industriales hacia municipios agrícolas en Carabobo, Cojedes y Yaracuy, consolidando una red de monitoreo regional.

Protocolos experimentales e indicadores de sostenibilidad

Se desarrollaron proyectos de regeneración edáfica mediante abonos orgánicos, biofertilizantes microbianos (*Azospirillum sp.*, *Trichoderma spp.*) y extractos vegetales. Metodológicamente, se aplicaron diseños factoriales en bloques al azar para comparar la eficiencia orgánica frente a la síntesis inorgánica en maíz, tomate, ají y pastos. El éxito de la transición agroecológica se evaluó mediante un análisis multidimensional de parámetros fisicoquímicos y bioquímicos, complementado con estudios de cinética de crecimiento y control fitofortificante para validar la sostenibilidad de los bioinsumos.

Ciclos de transferencia y vinculación social

La metodología IAP implicó ciclos iterativos de planificación, acción, observación y reflexión con las comunidades locales. La transferencia tecnológica se facilitó mediante alianzas estratégicas con la Red de Escuelas Populares Agroecológicas Ezequiel Zamora y el programa Manos a la Siembra, capacitando a familias campesinas en la producción de hortalizas, bioenergía y jardines medicinales.

Resultados y discusión

Madurez de la línea de investigación y producción científica

La consolidación de este modelo de transferencia tecnológica se evidencia en la ejecución y aprobación de 13 Trabajos Especiales de Grado (TEG) entre 2021 y 2025, los cuales funcionan como evidencia empírica de un modelo de vinculación social exitoso y replicable. En la Tabla 1 se detallan estos proyectos, clasificados por año, área de innovación y localidad de impacto.

Tabla 1. Catálogo de Trabajos Especiales de Grado (TEG) que sustentan el modelo de transferencia tecnológica y vinculación socioproductiva de LIBSA-AMBIOQUIM (Periodo 2021-2025).

| Año | Ámbito de innovación | Rubro / Cultivo objetivo | Localidad de impacto |
|------|---------------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| 2021 | Biofertilización (Azospirillum) | Arroz (<i>Oryza sativa</i>) | Valencia, Carabobo |
| 2022 | Enmiendas Orgánicas | Maíz (<i>Zea mays</i>) | Naguanagua, Carabobo |
| 2022 | Extractos Botánicos (Neem) | Pimentón (<i>C. annuum</i>) | Naguanagua, Carabobo |
| 2023 | Nutrición Orgánico-Mineral | Tomate (<i>L. esculentum</i>) | Naguanagua, Carabobo |
| 2024 | Micofortificación (Trichoderma) | Cacao (<i>Theobroma cacao</i>) | Guacara, Carabobo |
| 2024 | Control Biológico (Oreganón) | Ají Rosita (<i>C. chinense</i>) | Naguanagua, Carabobo |
| 2024 | Salud del Suelo y Biocontrol | Berenjena (<i>S. melogena</i>) | Naguanagua, Carabobo |
| 2024 | Dinámica Edáfica Estacional | Policultivos | Veroes, Yaracuy |
| 2025 | Fórmulas Orgánico-Minerales | Ají Dulce (<i>C. annuum</i>) | Naguanagua, Carabobo |

Estos proyectos materializan la aplicación práctica de la biotecnología de suelos en rubros estratégicos para la seguridad alimentaria regional. Mediante la biofertilización con *Azospirillum* sp. en arroz y *Trichoderma* spp. en cacao, se potenció el vigor radicular. Asimismo, la gestión orgánico-mineral en cultivos como maíz, tomate, berenjena, ají y pastos reportó rendimientos competitivos sin dependencia sintética. El control fitofortificante con extractos de neem, cebolleta, albahaca y oreganón (*Origanum vulgare*) mitigó eficazmente las plagas asegurando la inocuidad alimentaria, mientras que la labranza mínima e incremento de materia orgánica restauraron la fertilidad física, química y biológica del suelo.

Impacto territorial y vinculación socio productiva

El modelo de IAP logró una transferencia tecnológica efectiva en Carabobo, Cojedes y Yaracuy, vinculando a más de 500 familias mediante la REPAEZ y el programa Manos a la Siembra. Esta sinergia fortaleció las capacidades locales, transformando patios y huertos en espacios de aprendizaje alineados con los ODS y las directrices de la FAO. Pese a las limitaciones climáticas y edáficas, la integración transdisciplinaria generó conocimientos que reducen la erosión y fomentan la biodiversidad.

Conclusiones

La trayectoria de 15 años de LIBSA-AMBIOQUIM ha evidenciado una transición desde el diagnóstico químico hacia una agroecología regenerativa aplicada. Datos acumulados validan la recuperación de suelos tropicales mediante enmiendas orgánicas, bioinsumos y labranza

mínima. Asimismo, 13 trabajos de grado consolidan un modelo donde la Investigación Acción Participativa (IAP) es pilar para la soberanía agroalimentaria. Pese a limitaciones climáticas, la integración transdisciplinaria redujo la erosión en Carabobo, Cojedes y Yaracuy, consolidando a la universidad como agente de transformación social.

Contribución y autoría

H.B.P.: conceptualización, metodología, análisis formal, investigación, curación de datos y redacción-preparación del borrador original. **A.A.:** conceptualización, metodología, validación, análisis formal, investigación, redacción-revisión y edición, supervisión y administración del proyecto. Ambos autores han leído y aceptado la versión final del manuscrito.

Financiamiento

Este estudio fue financiado con recursos de la Universidad de Carabobo (FACYT-UC / Centro AMBIOQUIM) y la Universidad Politécnica Territorial del Estado Mérida “Kléber Ramírez” (UPTM). El desarrollo de las fases de campo y laboratorio no recibió subvenciones externas específicas de agencias de financiamiento comerciales o gubernamentales, siendo sustentado bajo los programas internos de investigación, vinculación social y extensión universitaria de ambas instituciones.

Declaración ética

Las actividades de campo, proyectos comunitarios y ensayos factoriales presentados en esta investigación se rigieron de manera estricta bajo los lineamientos institucionales y principios éticos de la Investigación Acción Participativa (IAP). Las interacciones con agricultores, escuelas y comunidades contaron con la validación de los comités de extensión y vinculación social del Centro AMBIOQUIM de la Universidad de Carabobo y alianzas territoriales afines. Se garantizó el libre intercambio de saberes, el consentimiento informado, inocuidad alimentaria y el beneficio mutuo entre investigadores y productores locales.

Uso de inteligencia artificial

Los autores declaran que no se utilizaron herramientas de inteligencia artificial generativa ni tecnologías asistidas por IA para la creación, redacción o análisis de los datos originales de este manuscrito. Todo el contenido y la sistematización de los 15 años de trayectoria científica fueron procesados y estructurados de forma autónoma por los autores.

Disponibilidad de datos

Los datos fisicoquímicos, bioquímicos y los registros de los 13 Trabajos Especiales de Grado que sustentan los resultados de este estudio están archivados en el Laboratorio de Investigaciones Bioquímicas, Suelos y Ambiente (LIBSA) del Departamento de Química de la Universidad de Carabobo. Se encuentran disponibles para la comunidad científica bajo solicitud razonable dirigida al autor de correspondencia.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de interés económicos, personales o profesionales. La afiliación académica de los investigadores a la UPTM “Kléber Ramírez” y a la FACYT-UC no influyó en la objetividad, análisis ni presentación de los resultados derivados de las técnicas agroecológicas evaluadas.

Referencias

- [1] R. Khangura, D. Ferris, C. Wagg, y J. Bowyer, «Regenerative Agriculture—A Literature Review on the Practices and Mechanisms Used to Improve Soil Health», *Sustainability*, vol. 15, n.º 3, p. 2338, ene. 2023, doi: 10.3390/su15032338.
- [2] K. Terán-Samaniego *et al.*, «Agroecology and Sustainable Agriculture: Conceptual Challenges and Opportunities—A Systematic Literature Review», *Sustainability*, vol. 17, n.º 5, p. 1805, feb. 2025, doi: 10.3390/su17051805.
- [3] J.-P. Deguine, J.-N. Aubertot, R. J. Flor, F. Lescourret, K. A. G. Wyckhuys, y A. Ratnadass, «Integrated pest management: good intentions, hard realities. A review», *Agron. Sustain. Dev.*, vol. 41, n.º 3, p. 38, jun. 2021, doi: 10.1007/s13593-021-00689-w.
- [4] S. Oliveros Castro, C. Valenzuela Urra, y C. Nuñez Chauflour, «Los siete saberes necesarios para la educación del futuro, de Edgar Morin: Una mirada desde la alfabetización en información», *RAE*, vol. 6, n.º 2, p. 000628, jul. 2023, doi: 10.32719/26312816.2022.6.2.8.

Descargo de responsabilidad

Los artículos publicados en la revista *Saastal* representan únicamente las opiniones de los autores. La Editorial Unión Científica, su equipo editorial y sus revisores no se hacen responsables del contenido, las interpretaciones o las consecuencias derivadas de la aplicación de los métodos o conclusiones incluidas en los trabajos. Todas las publicaciones se rigen por las políticas éticas de la editorial.