

**La UNAD como institución educativa articuladora en innovación social en  
Contextos rurales: Sistematización de la experiencia del biodigestor anaeróbico en  
comunidades rurales en Cúcuta.**

Presentado por:

Emmanuel Medina Artemiev

Presentado a:

Karin Vanessa Kruckenberg Villalobos

Universidad nacional abierta y a distancia

Vicerrectoría Académica y de Investigación

Escuela de ciencias sociales artes y humanidades

Programa de psicología

Diplomado Innovación Social

Diciembre 2024

## **Agradecimientos**

Mi sentimiento de expresar el más sincero agradecimiento a la profesora Jessika Marcela Jaimes Sandoval por su invaluable participación y apoyo en el desarrollo del Diplomado en Innovación Social. Su dedicación, conocimientos y compromiso han sido fundamentales para el éxito de este proyecto, dejando una huella significativa en el aprendizaje y en el desarrollo.

Asimismo, extendemos el reconocimiento a la profesora Karin Vanessa Kruckenberg Villalobos, por formar parte activa de este diplomado y contribuir con su experiencia y entusiasmo al fortalecimiento de este espacio académico. Su colaboración ha enriquecido el contenido y ha promovido un ambiente de aprendizaje transformador.

Finalmente, agradecemos a la comunidad en general y a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) por su respaldo constante y por brindar un espacio donde la innovación social se convierte en motor de cambio y desarrollo. Su visión y compromiso han hecho posible que este diplomado sea un referente en la construcción de conocimiento colectivo y acción social.

¡Gracias a todos por ser parte de este camino hacia un mundo más innovador y sostenible!

## Resumen

Este artículo sistematiza la experiencia de implementación de un biodigestor anaeróbico en comunidades rurales cacaoteras de Cúcuta, liderada por la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). Esta iniciativa se enmarca en un proceso de innovación social educativa que busca promover la sostenibilidad ambiental, reducir costos energéticos y empoderar a las familias locales, especialmente a las mujeres.

La metodología utilizada incluyó un enfoque cualitativo basado en el diagnóstico comunitario, el diseño técnico del biodigestor y la aplicación del índice TRL (Technology Readiness Level) para evaluar el grado de maduración de la innovación. Se emplearon entrevistas, talleres participativos y un sistema de monitoreo continuo para recolectar información.

Los resultados destacan el impacto positivo del biodigestor en la gestión de residuos, la producción de biogás y abono orgánico, así como la reducción del gasto doméstico en combustibles. La iniciativa se encuentra en fases avanzadas de validación y sostenibilidad (TRL 8), con un modelo organizativo definido y una creciente apropiación comunitaria. Además, el proyecto ha fortalecido los vínculos sociales y ha generado aprendizajes que pueden ser replicados en otros contextos.

Se concluye que la innovación ha transformado prácticas locales hacia modelos más sostenibles, destacando el papel de las mujeres como agentes de cambio. Se recomienda ampliar las alianzas institucionales, diseñar estrategias de escalabilidad y fomentar la participación de jóvenes en tecnologías sostenibles para consolidar la replicabilidad de la experiencia.

Este trabajo evidencia cómo la innovación social puede ser un motor de cambio en comunidades vulnerables, integrando conocimiento y acción colectiva.

Palabras clave: Innovación social, biodigestor, sostenibilidad, comunidades rurales.

### **Abstract**

This article systematizes the experience of implementing an anaerobic biodigester in rural cacao-farming communities in Cúcuta, led by the National Open and Distance University (UNAD). This initiative is part of an educational social innovation process aimed at promoting environmental sustainability, reducing energy costs, and empowering local families, particularly women.

The methodology employed included a qualitative approach based on community diagnosis, technical design of the biodigester, and application of the Technology Readiness Level (TRL) index to assess the maturity level of the innovation. Data collection involved interviews, participatory workshops, and a continuous monitoring system.

The results highlight the positive impact of the biodigester on waste management, biogas and organic fertilizer production, and the reduction of household fuel expenses. The initiative is in advanced validation and sustainability phases (TRL 8), with a defined organizational model and growing community ownership. Additionally, the project has strengthened social bonds and generated learnings that can be replicated in other contexts.

The study concludes that the innovation has transformed local practices towards more sustainable models, emphasizing the role of women as agents of change. It is recommended to expand institutional partnerships, design scalability strategies, and encourage youth participation in sustainable technologies to consolidate the replicability of the experience.

This work demonstrates how social innovation can be a catalyst for change in vulnerable communities, integrating knowledge and collective action.

Keywords: Social innovation, biodigester, sustainability, rural communities.

## Tabla de Contenido

Introducción.....	8
Metodología.....	9
Fase Inicial: Diagnóstico Comunitario.....	9
Diseño del Proyecto.....	9
Aplicación del Índice TRL.....	9
Gestión de las ideas y creatividad.....	10
Gestión del desarrollo interactivo aplicativo.....	11
Gestión del proceso.....	11
Gestión de las oportunidades y gestión del cambio / apropiación social y capital social formado en aplicación de nuevos procesos.....	12
Trabajo de Campo.....	12
Análisis de Datos.....	13
Resultados.....	13
Gestión de las ideas y de la creatividad.....	13
Gestión del desarrollo interactivo aplicativo.....	14
Gestión del proceso.....	15

Gestión de las oportunidades y gestión del cambio / apropiación social y capital social formado en aplicación de nuevos procesos.....	15
Conclusiones y Recomendaciones.....	16
Referencias Bibliográficas.....	19

## Introducción

La innovación social ha emergido como una herramienta clave para abordar problemáticas complejas en comunidades vulnerables, integrando conocimiento, creatividad y participación comunitaria. En este contexto, la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) desarrolló un proyecto de biodigestor anaeróbico en comunidades rurales cacaoteras de Cúcuta, respondiendo a la necesidad de optimizar la gestión de residuos orgánicos y reducir los costos asociados al consumo energético.

La región de Cúcuta presenta retos particulares derivados de su ubicación fronteriza, una economía vulnerable y un acceso limitado a servicios básicos. La comunidad seleccionada enfrenta problemas de sostenibilidad, bajo nivel de acceso a tecnologías limpias y limitado conocimiento técnico para resolver problemáticas ambientales y económicas.

El proyecto surge como una iniciativa "social-educativa", según la clasificación de Jailler y otros (2017), en la cual el conocimiento es el eje de transformación. Este biodigestor no solo promueve la sostenibilidad ambiental, sino que también empodera a las familias cacaoteras, especialmente a las mujeres, quienes juegan un papel central en la implementación y seguimiento del proyecto.

El objetivo de este artículo es sistematizar la experiencia de la innovación social partiendo de un ecosistema de entidad educación superior como actor principal la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD) en las comunidades rurales, evaluar su nivel de maduración mediante el índice TRL (Technology Readiness Level) y proponer estrategias para garantizar su sostenibilidad y escalabilidad.

## **Metodología**

Para la sistematización se realizó aplicando una metodología cualitativa. Inicialmente, se utilizó la técnica de mapeo de sueños para identificar necesidades y sueños de la comunidad. Posteriormente, se recopilaron datos mediante entrevistas semi-estructuradas y talleres participativos.

El tipo de innovación: Medio ambiente: Agricultura ecológica: Explotación de recursos endógenos y desarrollo local.

La metodología empleada se basó en un enfoque cualitativo que combinó recolección de información primaria y secundaria.

### **Fase Inicial: Diagnóstico Comunitario**

Se aplicaron entrevistas semi-estructuradas y talleres participativos para identificar las necesidades de la comunidad. Durante esta fase, se utilizó el mapeo de sueños para visualizar las aspiraciones de las familias, destacando la gestión de residuos y la reducción de costos como prioridades.

### **Diseño del Proyecto**

A partir del diagnóstico, se planteó la implementación del biodigestor anaeróbico como una solución innovadora y viable. Se realizaron consultas técnicas con expertos en biotecnología y agroecología para asegurar que el diseño fuese adaptable a las condiciones locales.

### **Aplicación del Índice TRL**

Se aplicó el índice TRL para evaluar el nivel de madurez tecnológica y organizativa en cada etapa. Las actividades de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) se analizaron en cuatro dimensiones:

- Gestión de las ideas y creatividad.
- Gestión del desarrollo interactivo aplicativo.
- Gestión del proceso.
- Gestión de las oportunidades y gestión del cambio / apropiación social y capital social formado en aplicación de nuevos procesos.

### **Gestión de las ideas y de la creatividad**

TLR 1 - Principios básicos observados y reportados.

En esta fase se gestó la idea del biodigestor a partir de la observación de problemas locales en la comunidad cacaotera: el manejo ineficiente de residuos y el costo elevado del gas. El mapeo de sueños facilitado por el Observatorio Intersistémico Regional de la UNAD permitió identificar estas necesidades.

TRL2 – formulación conceptual de la tecnología/proceso/ metodología.

Se desarrolló una propuesta inicial en la que se identificaron los actores clave (mujeres cacaoteras, docentes y técnicos de la UNAD) y los problemas sociales a resolver. Se conceptualizó el biodigestor como una solución viable, aunque aún sin una aplicación concreta.

TRL 3 - pruebas iniciales o validación inicial de la tecnología/ proceso/ metodología.

La iniciativa evolucionó hacia una fase concreta con un proyecto específico: el diseño y construcción del biodigestor anaeróbico. Aquí, se definieron roles para cada actor, los beneficios esperados y las primeras actividades de capacitación para su implementación.

### **Gestión del desarrollo interactivo aplicativo.**

TRL 4 - Validación social inicial /validación con grupo piloto.

Se realizó una validación inicial en las fincas rurales de Cúcuta, donde se construyó y probó el biodigestor en una comunidad piloto de 25 familias. Los componentes individuales del proyecto fueron integrados y evaluados en este entorno.

TLR 5 - Validación en entornos sociales más amplios / en contextos claves.

Aunque la validación se limita al espacio inmediato de las 25 familias beneficiadas, la experiencia ha generado impacto social en el ahorro de costos, la sostenibilidad agrícola y la mejora en la calidad de vida. Los resultados iniciales han sido sistematizados para evaluar su potencial replicabilidad en otras comunidades.

### **Gestión del proceso.**

TRL 6 - Tecnología/ proceso/ metodología demostrada en entornos relevantes.

La organización y estructura del proyecto están bien definidas. La comunidad ha sido capacitada en el uso y mantenimiento del biodigestor, y existen estrategias de sostenibilidad que permiten su permanencia en el tiempo, como la replicación autónoma en las fincas.

TRL 7 - Demostración sistematizada del prototipo / Modelo / proceso - Procedimientos / proceso /modelo / prototipo valorado desde el entorno operativo.

La iniciativa está en etapa de implementación operativa. Los aprendizajes y los procesos organizativos han sido racionalizados, y se han sistematizado los resultados obtenidos en términos de ahorro, sostenibilidad y capacitación comunitaria.

**Gestión de las oportunidades y gestión del cambio / apropiación social y capital social formado en aplicación de nuevos procesos.**

TRL 8 - Sistema completo y cualificado / validación social finalizada y valorada por la comunidad.

El biodigestor está plenamente operativo y ha sido valorado positivamente por la comunidad, que reconoce sus beneficios económicos y sociales. Además, los participantes han adquirido competencias que refuerzan su capacidad para mantener y replicar la tecnología.

TRL 9 - Escalamiento / Replicabilidad del prototipo / proceso / modelo.

Aunque existen planes para replicar la experiencia en otras comunidades rurales esta aún no ha sido completamente escalada. Sin embargo, se han identificado oportunidades para alianzas futuras y la expansión del proyecto.

**Trabajo de Campo**

La implementación del biodigestor se realizó en tres etapas principales:

Capacitación comunitaria: talleres prácticos y teóricos sobre el funcionamiento del biodigestor.

Montaje piloto: instalación y pruebas iniciales en 25 hogares seleccionados.

Monitoreo y evaluación: seguimiento de resultados mediante visitas periódicas y encuestas.

## **Análisis de Datos**

Los datos recolectados se procesaron mediante triangulación, asegurando validez y consistencia en los hallazgos.

La evaluación del grado de maduración se desarrolló empleando el índice TRL (Technology Readiness Level), que permitió clasificar la experiencia en función de su desarrollo en cuatro actividades I+D+i: Gestión de las ideas, Desarrollo interactivo aplicativo, Gestión del proceso, y Gestión de oportunidades.

El análisis se basó en la triangulación de información obtenida del trabajo de campo, observaciones directas y registros comunitarios.

## **Resultados**

De manera escalonada se expone como se fue sistematizando la experiencia de la innovación social para cumplir con los diferentes niveles y así poder llegar al obtener como resultado el TRL 8 con base a las cuatro actividades del I+D+i en las cuales se dará su respectiva descripción a continuación:

### **Gestión de las ideas y de la creatividad**

El proyecto fue gestado desde el mapeo participativo, identificando como problemática central la gestión ineficiente de residuos. La idea del biodigestor surgió como una solución basada en principios de sostenibilidad y economía circular. La experiencia se clasifica en TRL 3, pues tiene un proyecto definido y roles asignado.

La idea del proyecto nació de una interacción directa con la comunidad, quienes identificaron como problemáticas principales la acumulación de residuos orgánicos y el alto

costo de fuentes energéticas tradicionales. El biodigestor se visualizó como una solución sostenible y asequible.

Los actores involucrados incluyen líderes comunitarios, familias cacaoteras y un equipo técnico de la UNAD. Este ecosistema permitió una colaboración efectiva, en la que se integraron conocimientos locales con experticia técnica.

El proyecto se ubica en **TRL 3**, dado que la idea está bien formulada, los roles están definidos y existe un plan concreto para su implementación.

### **Gestión del desarrollo interactivo aplicativo**

La implementación piloto benefició a 25 familias, validando la funcionalidad del biodigestor en su entorno inmediato. El proyecto logró impactos sociales positivos, aunque no ha sido ampliado a otros contextos

En la implementación piloto del biodigestor que dio beneficio a 25 familias. Se llevaron a cabo capacitaciones sobre el uso y mantenimiento del sistema, lo que fortaleció las capacidades locales. La comunidad reportó una reducción en el gasto de gas doméstico y la producción de abono orgánico como subproducto del biodigestor.

Sin embargo, la expansión a otras comunidades aún está en proceso de planeación. Por ello, la experiencia se clasifica en **TRL 5**, dado que la validación social ha sido exitosa, pero limitada al contexto inmediato.

### **Gestión del proceso**

El proyecto cuenta con una estructura organizativa definida, liderada por mujeres rurales capacitadas. Se han desarrollado estrategias de sostenibilidad, como la reproducción autónoma del biodigestor.

La estructura organizativa incluye un comité de gestión liderado por mujeres, quienes coordinan las actividades de mantenimiento, monitoreo y capacitación. Este modelo organizativo garantiza la sostenibilidad del proyecto a mediano plazo.

Se han establecido estrategias como la capacitación continua, la creación de un fondo comunitario para el mantenimiento del biodigestor y la búsqueda de alianzas con instituciones locales. Esto ubica la experiencia en TRL 7, dado que los procesos están sistematizados y orientados hacia la sostenibilidad.

### **Gestión de las oportunidades y gestión del cambio / apropiación social y capital social formado en aplicación de nuevos procesos.**

La comunidad ha obtenido beneficios tangibles, como ahorro económico, generación de insumos agrícolas y mejora en la gestión de residuos. Estos logros han motivado la colaboración con otras comunidades cercanas interesadas en replicar la experiencia.

Aunque se han identificado oportunidades para escalabilidad, aún no se han materializado. Esto clasifica la experiencia en TRL 8, ya que la iniciativa ha sido validada por la comunidad, pero no se ha consolidado su replicabilidad a gran escala.

## Conclusiones y Recomendaciones

### Conclusiones

La sistematización del biodigestor anaeróbico en las comunidades rurales de Cúcuta evidenció cómo las prácticas de trabajo colaborativo promovieron una mayor cohesión social. Este fortalecimiento no solo mejoró la relación entre los participantes, sino que también contribuyó al empoderamiento colectivo, indispensable para alcanzar un mayor grado de sostenibilidad en el proyecto. El trabajo conjunto permitió que los habitantes se apropiaran del proceso, incrementando el sentido de pertenencia y facilitando la continuidad del biodigestor como una solución funcional y auto gestionada.

La experiencia sistematizada mostró que la formación en el uso y mantenimiento del biodigestor fue clave para potenciar su madurez como proyecto. La transferencia de conocimientos técnicos y ambientales no solo mejoró la capacidad de las comunidades para enfrentar problemas cotidianos, sino que también generó un efecto multiplicador, permitiendo que otros miembros de la comunidad se involucraran y expandieran el alcance del proyecto.

La implementación del biodigestor no solo generó beneficios ambientales y económicos, sino que también impactó el bienestar psicológico de los participantes. La reducción de la dependencia de combustibles tradicionales, junto con la percepción de contribuir al cuidado del medio ambiente, incrementó la autoestima y el orgullo de los habitantes por ser agentes de cambio en su territorio. Este cambio de mentalidad es un indicador de maduración, ya que refleja una internalización de la importancia del desarrollo sostenible.

La intervención de la UNAD fue fundamental en la consolidación del proyecto, actuando como un puente entre el conocimiento técnico y las necesidades específicas del contexto rural.

Esta articulación no solo potenció la efectividad del biodigestor, sino que también permitió que las comunidades percibieran la universidad como un aliado estratégico en el desarrollo de soluciones innovadoras. Este vínculo debe seguir fortaleciéndose para garantizar la evolución del proyecto hacia nuevas fases de implementación y escalabilidad.

### **Recomendaciones:**

Recomendaciones desde el rol de psicólogo en formación, articuladas desde un enfoque biopsicosocial:

Fomentar el empoderamiento comunitario a través del desarrollo de habilidades psicosociales desde un enfoque biopsicosocial, es esencial fortalecer las capacidades emocionales y sociales de los miembros de la comunidad, especialmente de las mujeres que lideran el proyecto. Esto puede lograrse mediante talleres participativos que promuevan la comunicación efectiva, la toma de decisiones en grupo y la resolución de conflictos, para garantizar una apropiación integral del biodigestor y el fortalecimiento del capital social.

Diseñar estrategias para promover el bienestar psicológico asociado al uso de tecnologías sostenibles en la implementación del biodigestor no solo debe abordar beneficios ambientales y económicos, sino también integrar actividades que reduzcan el estrés y generen satisfacción al trabajar en iniciativas que impactan positivamente el entorno. Espacios de diálogo sobre los beneficios del proyecto y la mejora en la calidad de vida pueden reforzar el compromiso y la cohesión comunitaria.

Implementar programas de sensibilización y educación ambiental con un enfoque inclusivo al incorporar dinámicas pedagógicas que integren aspectos culturales y psicológicos, para que los habitantes de la comunidad comprendan el impacto ecológico y social del

biodigestor. Estas acciones deben adaptarse a las necesidades y niveles de conocimiento de la población, promoviendo así la participación activa de todos los miembros, incluidos los jóvenes y adultos mayores.

Monitorear los cambios biopsicosociales asociados a la experiencia del biodigestor desde el rol de psicólogo, se recomienda realizar un seguimiento continuo del impacto que tiene la innovación en las dinámicas familiares, el bienestar emocional y la percepción de la comunidad hacia el proyecto. Esto permitirá identificar oportunidades de mejora y ajustar las intervenciones para maximizar los resultados positivos, asegurando la sostenibilidad del modelo en términos sociales y psicológicos.

### Referencias bibliográficas

- Alonso, D; González, N; Nieto, M. (2018). Emprendimiento social vs innovación social. Cuadernos Aragoneses de Economía. [https://doi.org/10.26754/ojs\\_cae/cae.20141-22640](https://doi.org/10.26754/ojs_cae/cae.20141-22640)
- Álvarez, I., Natera, J. M., & Castillo, Y. (2019). Generación y transferencia de ciencia, tecnología e innovación como claves de desarrollo sostenible y cooperación internacional en América Latina. Documentos de trabajo (Fundación Carolina): Segunda época, (19), 1. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7113385>
- Bettaglio, M. (2021). Innovación social a través de la narrativa gráfica: periodismo gráfico, auto narración y testimonios para el cambio social. Revista Iberoamericana De Economía Solidaria E Innovación Socio ecológica, 4(1). <https://doi.org/10.33776/riesise.v4i1.5302>
- Estrada, G; Montero, J. M. C; Hernández & Herrera, J. (2019). Innovación tecnológica: Reflexiones teóricas. Revista Venezolana de Gerencia, 24(85). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29058864011>
- Gatica, S; Soto, W; & Vela, D. (2015). Ecosistemas de innovación social: "El caso de las universidades de américa latina. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.30050.76483>
- Giraldo, F; Ortiz, L. (2020). Laboratorio de Innovación Social: escenario de participación, apropiación social e interdisciplinariedad. Social Innovation Lab: scenario of social par. European Public & Social Innovation Review. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31053180025>

- González-Romero, G. (2020). La innovación social como estrategia de desarrollo. Políticas urbanas y acción colectiva. *Revista Latinoamericana de Investigación En Organizaciones, Ambiente y Sociedad*. <https://doi.org/10.33571/teuken.v11n16a2>
- Jailler, É; González, S; Arias, C; Suárez; L (2020). Construyendo la innovación social. Guía para comprender la innovación social en Colombia. Capítulos 1 y 2. DOI: <http://doi.org/10.18566/978-958-764-809-6>
- Medina, R; & Basurto, C. (2018). Discusión de los distintos tipos de innovación. *Revista Publicando*, 5(15 (2)), 59-99. <https://core.ac.uk/reader/236644000>
- Meneses, T (2022). Innovación II parte. Radio UNAD Virtual. <https://ruv.unad.edu.co/ruvwp/programas/tramando-sentidos-88-innovacion/>
- Meneses, T. (2022). TRL e Innovación Social. [Objeto\_virtual\_de\_aprendizaje\_OVA]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/51138>
- Roa Mendoza, C., & Acero Robayo, Y. (2021). Sistematización de experiencias. *Germina*, 3(3), 31–38. <https://doi.org/10.52948/germina.v3i3.230>
- Rodríguez Poveda, M. E. (2021). Experiencias TIP - Jóvenes Sin fronteras en Cali. *Innovación + Disrupción. Espacio Sociológico*, 1, 23-36. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/sociologico/article/view/5275>
- Salamanca, O. (2020). Cómo escribir un artículo científico. Abrir este documento utilizando ReadSpeaker docReader. *CES Medicina*, 34(2), 169-176. <http://www.scielo.org.co/pdf/cesm/v34n2/0120-8705-cesm-34-02-169.pdf>

Waisburd, G. (2009). Pensamiento creativo e innovación. *Revista Digital Universitaria*.  
10(12), 1 -9. <https://www.revista.unam.mx/vol.10/num12/art87/art87.pdf>