

## Identificación de los Senderos productivos de la Bioeconomía en Universidades del CNU y sector agropecuario



*Identification of the productive paths of the Bioeconomy in CNU Universities and the agricultural sector*

Toruño, P. J.; Zuniga-Gonzalez, C. A.; Castellón, J.D.; Hernández-Rueda, M.J.; Gutiérrez-Espinoza, E.I.

**P. J Toruño**

pjoseto@ev.unanleon.edu.ni  
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León.,  
Nicaragua

**C. A. Zuniga-Gonzalez**

czuniga@ct.unanleon.edu.ni  
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León.,  
Nicaragua

**J.D. Castellón**

juan.castellon@ev.unanleon.edu.ni  
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León.,  
Nicaragua

**M.J. Hernández-Rueda**

mauricio.hernandez@ev.unanleon.edu.ni  
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León.,  
Nicaragua

**E.I. Gutiérrez-Espinoza**

eva.gutierrez@ct.unanleon.edu.ni  
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León.,  
Nicaragua

### Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Nicaragua  
ISSN-e: 2410-7980  
Periodicidad: Semestral  
vol. 8, núm. 16, 2022  
[conrado.quirroz@ev.unanleon.edu.ni](mailto:conrado.quirroz@ev.unanleon.edu.ni)

Recepción: 07 Julio 2022  
Aprobación: 11 Octubre 2022

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/394/3943529002/>

DOI: <https://doi.org/10.5377/ribcc.v8i16.15016>

#### Financiamiento

Fuente: Fondos Concursables CNU, Nicaragua 2021-2022  
Nº de contrato: 00001  
Beneficiario: Centro de Investigación en Bioeconomía y Cambio Climático, ECAV-UNAN Leon  
Autor de correspondencia: [pjoseto@ev.unanleon.edu.ni](mailto:pjoseto@ev.unanleon.edu.ni)

**Resumen:** La presente investigación se centró en identificar los senderos productivos de la bioeconomía en la academia, empresa privada y fincas de productores. Se utilizó la metodología de sistematización de lecciones aprendidas según FAO. La data se organizó en el procesador de SPSS versión 22. En los resultados se identificaron los senderos productivos que trabajaron los investigadores de la UNAN-León, UNI, UNA y la UNAN Managua. Se logró identificar que las unidades de investigación de la UNAN-León, la UNA y La UNAN-Managua se vincularon fuertemente al sendero productivo de la bioeconomía Ecointensificación y Aplicaciones de Biotecnología. La UNI se vinculo fuertemente al sendero Bio-refinería y Bio-producto. Las Cooperativas y empresas de la zona norte se vincularon más a los senderos Riego y Eficiencia Energética, Incremento de la Eficiencia en la cadena de valor y Ecosistema de servicios. La biomasa que se muestro más representativa fue biomasa residual animal y vegetal (sólidos y líquidos). La tecnología más representativa fue la tecnología de los alimentos y la producción de bio insumos. Y los productos más representativos fueron Cereales, Jalea, encurtidos, jugos, néctares, salsas, vainilla, queso, quesillo, bebidas, etc. Alimento balanceado para peces, Bio insumos (Bioles, Bokashi, Fosfito, Lombris Humus, Cardo bordelés, Caldo sulfocálcico, Neem), Plántulas de tomate, chiltoma y repollo.

**Palabras clave:** Biomasa, Eco intensificación, Aplicaciones de Biotecnología, Bio Refinería-Bioproduitos, Riego Eficiencia energética.

**Abstract:** The present investigation focused on identifying the productive paths of the bioeconomy in the academy, private company and producer farms. The methodology of systematization of lessons learned according to FAO was used. The data was organized in the SPSS version 22 processor. The results identified the productive paths in which the researchers from UNAN-León, UNI, UNA and the UNAN Managua. It was possible to identify that the research units of the UNAN-León, the UNA and the UNAN-Managua are strongly linked to the productive path of the bioeconomy, Ecointensification and Biotechnology Applications. UNI is strongly linked to the Bio-refinery and Bio-product path. The Cooperatives and companies of the northern area are more linked to the Irrigation and

Las únicas condiciones que se exigen al otorgar la licencia de atribución denominada CC-BY-NC-SA son: La Revista (Rev. Iberoam. Bioecon. Cambio Clim.), deberá ser claramente identificada como propietaria de los derechos de autor de la publicación original; y toda obra derivada deberá publicarse y distribuirse bajo la misma licencia de acceso abierto que se otorga en la publicación original.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Energy Efficiency, Increased Efficiency in the value chain and Ecosystem of services paths. The most representative biomass shown is animal and vegetable residual biomass (solid and liquid). The most representative technology was food technology and the production of bio-inputs. And the products most representative were Cereals, Jelly, pickles, juices, nectars, sauces, vanilla, cheese, queso, drinks, etc. Balanced food for fish, Bio inputs (Bioles, Bokashi, Phosphite, Earthworm Humus, Bordeaux Thistle, Caldo sulfocalsico, Neem), tomato seedlings, chiltoma and cabbage.

**Keywords:** Biomass, Eco intensification, Biotechnology Applications, Bio Refinery-Bioproducts, Irrigation Energy efficiency.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes problemas que enfrenta la humanidad ha sido mitigación ante la variación del clima. Por eso, la bioeconomía toma importancia porque facilita procesos para realizar actividades productivas a partir de los residuos y con innovación transformarlos en productos con valor agregado, de tal manera que se logra generar un negocio y mitigar los efectos del cambio climático.

Nuestra pregunta guía en la investigación fue: ¿Es la Bioeconomía una alternativa ante las variaciones del cambio climático?

En estas universidades nicaragüenses, fundamentalmente las dedicadas a la agricultura, se desarrollan actividades de los senderos de la Bioeconomía, entre las que se pueden enlistar: la producción de abonos orgánicos, controladores biológicos, fitopatología, fisiología animal, etc.

Por otro lado, se observó que a nivel regional el tema de la Bioeconomía se ha ido asentando más en las instituciones o agencias de promoción del desarrollo rural. Algunos autores que han trabajado el tema se pueden ubicar en la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) donde se encuentra el investigador Adrián Rodríguez (Rodríguez, 2017), en el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) con la sección de Bioeconomía y desarrollo productivo (Zuniga-González & Trejos, 2014), espacio que ha permitido el desarrollo de cursos y otras técnicas pertinentes. En las universidades se ha venido trabajando desde la Red Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático (RIBCC) en sinergia con el Centro de Investigación en Bioeconomía y Cambio Climático (CIByCC), (Zuniga-Gonzalez *et al.*, 2014). En la carrera de Agroecología de la Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinaria (ECAV) de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León (UNAN-León), se imparte el componente electivo de Bioeconomía, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) también ya se apropió del tema, al igual que Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO).

Pero hasta el momento en las universidades del Consejo Nacional de Universidades (CNU) no se ha sistematizado ninguna experiencia comparada con universidades de la región Sur como Colombia, Brasil, México, Venezuela que han desarrollado temas como la Bioeconomía del café, del cacao, Biocombustibles, Bioeconomía Acuícola, Bioeconomía de la agroecología, etc.

Se conoció de manera informal que hay actividades de Bioeconomía en los ingenios azucareros que producen energía con etanol y energía eléctrica a partir del bagazo de la caña de azúcar, en la Universidad

---

## NOTAS DE AUTOR

pjoseto@ev.unanleon.edu.ni

del Técnico La Salle se produce biocombustible a partir de la semilla de Neem y otros botánicos que han generados productos médicos a partir del mismo Neem (Zuniga *et al.*, 2014).

En el contexto nacional fue muy importante conocer y compartir estas experiencias, para ello fue importante este tipo de estudio y el apoyo que las autoridades universitarias brindan para realizarlo.

El estudio se centró en identificar los agentes locales, instituciones públicas, ONGs, productores que realizan actividad en algunos de los senderos de la Bioeconomía. Así mismo, sistematizar la información como lecciones aprendidas en los senderos productivos de la Bioeconomía como Bio-Refinerías y Bio-Productos, Eficiencia Energética y Riego y Eco intensificación.

## REVISIÓN DE LITERATURA

Zuniga *et al.* (2014) y Zuniga *et al.* (2022) hacen una exhaustiva revisión de la literatura encontrando autores como Georgescu Roegen, Herman Daly, René Passet, Robert Ayres, John Gowdy, Gary Backer, Jack Hirshleifer, Gordon Tullock quienes han planteado variados enfoques de Bioeconomía. Se investigó que la información inicial de bioeconomía aparece en el libro de H. Reinheimer, publicado en 1913 titulado *Evolution by Cooperation: A Study in Bioeconomic*. Sin embargo, el autor Georgescu-Roegen (1972, 1975, 1977), inicio el concepto de la bioeconomía en 1972, influenciado por Marx, Schumpeter y Marshall, teniendo como fuente parte de su experiencia rumana de la entreguerras y la termodinámica, apoyado en la ley de la entropía. Entre sus artículos y capítulos de libros Georgescu-Roegen deja claramente evidenciada sus diferencias de enfoque sobre la Bioeconomía.

Como se menciona anteriormente, el concepto de Bioeconomía modernamente se ha venido trabajando en América Latina por el Grupo ALCUENET (Alcúe Net: Latin America, Caribbean and European Union). EC (2007), así la Bioeconomía fue definida como la aplicación de conocimiento en la nueva ciencias de la vida, sostenible, amigable con el medio ambiente y productos competitivos. Por su parte, la EC (2010) la definió como el conjunto agregado de operaciones económicas en una sociedad que usa valor latente conveniente en los productos biológicos y procesos para capturar nuevos crecimientos y bienestar para los ciudadanos en las naciones, recientemente EC (2010) la definió como la producción de recursos biológicamente renovables y la conversión de estos recursos y desechos en productos de valor agregado y bioenergía.

Por su parte el profesor Trigo (2013) definió: la bio-economía como comprender todos los sectores que producen, procesan o usan recursos biológicos en cualquiera de sus formas (mayor diversificación y búsqueda de mayor eficiencia en el uso de los recursos naturales).

Un concepto que surge como respuesta a un conjunto de desafíos globales, que plantean la necesidad de un cambio de comportamientos, donde el sector agropecuario está llamado a desempeñar un papel estratégico.

En cuanto a los senderos productivos de la Bioeconomía referidos en Zuniga *et al.* (2014), se revisaron los siguientes senderos:

### **Senderos Productivos de la Bioeconomía**

#### **a) Explotación de los recursos de la biodiversidad**

En este sector productivo se destacan la utilización o el aprovechamiento de biomasa proveniente de la riqueza de la vida sobre la tierra, los millones de plantas, animales y microorganismos, los genes que contienen y los intrincados ecosistemas que contribuyen a construir el medio ambiente natural. La diversidad funcional y taxonómica de los organismos en todas las escalas espaciales y temporales, no sólo el número de especies, no sólo la abundancia relativa de cada especie, sino todos los aspectos de la diversidad biológica. En este sentido se consideran niveles de genes (diversidad genética), especies histórica evolutiva (diversidad taxonómica y filogenética), y comunidades y ecosistemas (diversidad funcional). Algunos factores importantes a considerar en los patrones de diversidad son la abundancia de recursos, la tasa de producción de recursos (productividad del hábitat), variabilidad climática, estrés ambiental (necesidad de adaptaciones especiales), historia (edad evolutiva).

**b) Eco intensificación**

Este sector productivo está relacionado al uso de microorganismo para mejorar la producción con buenas prácticas agrícolas, bio-inoculantes, bio-rremediación, sistemas agrosilvopastoriles. La mayoría de los presidentes de la región han delegado a sus respectivos ministerios de agricultura y ganadería para aunar esfuerzos con las asociaciones de productores y exportadores de productos agrícolas y promover iniciativas de buenas prácticas agrícolas aplicables a diversos sectores.

**c) Aplicaciones de Biotecnología**

Este sector productivo tiene su incidencia de aplicación en el sector sanidad, en suministros industriales, en el sector de la agricultura y la seguridad alimentaria y nutricional, y en la producción animal, producción de energía y protección del medio ambiente. En Estados Unidos, según datos de 1997, hay unas 1,300 compañías dedicadas a la biotecnología, principalmente pequeñas y medianas (PYMES), que emplean a 140,000 personas (Martínez, 1999).

**d) Bio-refinerías y bio-productos**

La producción y desarrollo de estos nuevos productos (Bio-combustibles) están basados en el concepto de bio-refinería. Existen diversos sectores industriales en los cuales se adopta el concepto de bio-refinerías, entre varios están: bio-moléculas y productos químicos naturales, bio-materiales y bio-combustibles.

**e) Mejorando la eficiencia en la cadena de valor**

Este sector productivo está relacionado a la reducción de desperdicios que hoy se desaprovecha entre lo que se produce y lo que efectivamente se consume/usa. La creación de valor dentro de la empresa, es uno de los principales objetivos sobre los que se sustenta el entorno empresarial.

Existen diferentes modelos orientados a la gestión del valor en la empresa, sin embargo, cuando se analizan en detalle surge la necesidad de integrar los mismos y proponer nuevas herramientas que permitan una gestión más eficiente y adaptada a la realidad. Para ello, el modelo de la cadena de valor es uno de los más reconocidos, y tras analizar la aplicabilidad del enfoque sistémico sobre ella, se plantea su utilización como base para definir nuevos modelos.

**f) Ecosistemas de servicios**

Este sector productivo está relacionado al ecoturismo, créditos de carbón, manejo del agua. Los servicios eco-sistémicos son los beneficios que las sociedades obtienen de los ecosistemas. Balvanera (2012) explica que este concepto permite hacer más explícita la interdependencia del bienestar humano y el mantenimiento del adecuado funcionamiento de los ecosistemas. Los bosques tropicales del mundo, debido a su amplia distribución, elevada diversidad y contribución a funciones clave del planeta como la regulación climática e hidrológica proveen una serie de servicios eco-sistémicos críticos. En este artículo se hace una revisión acerca de los servicios eco-sistémicos que estos bosques ofrecen. Se analizan los principales servicios de suministro, regulación y culturales. Se discuten: i) la relación entre los componentes y procesos del ecosistema y su capacidad de proveer servicios, ii) los efectos del manejo sobre la provisión de servicios, iii) los factores sociales que subyacen la provisión de servicios y iv) las intervenciones que permiten mantener o recuperar los servicios eco-sistémicos.

**f) Energías Renovables/Eficiencia Energética**

Otro de los sectores productivos que hemos incluido en este estudio fue eficiencia energética porque está muy relacionada a la Bioeconomía.

En el Caso de Nicaragua, al igual que la región Centroamericano se ha definido una agenda de trabajo en repuesta a las necesidades y problemas energéticos de la región. Desde 1991 se centro en el área de energía y eficiencia energética y a partir del 2007 inicia la conceptualización de su estrategia regional de eficiencia energética, con el diseño y la implementación del proyecto de Eficiencia Energética para los sectores industriales y comerciales en América Central (PEER). Nicaragua trabaja en la transformación de la matriz energética para la disminución de la dependencia en el petróleo importado y el aprovechamiento del potencial de energías renovables con que dispone el país, tales como, geotermia, hidroelectricidad, eólica, solar y

biomasa, son claves para nuestro desarrollo sostenible, estimular la economía y fortalecer la competitividad de nuestro país. La disminución de la dependencia en el petróleo importado y el aprovechamiento del potencial de energías renovables con que dispone el país, tales como, geotermia, hidroelectricidad, eólica, solar y biomasa, son claves para nuestro desarrollo sostenible, estimular la economía y fortalecer la competitividad de nuestro país.

En cuanto al marco teórico de la sistematización la FAO ha desarrollado una metodología pertinente para nuestro estudio.

Acosta (2005), nos explica que básicamente, la sistematización apunta a describir y a entender qué sucedió durante una experiencia de desarrollo y por qué pasó lo que pasó. Los resultados de una experiencia son fundamentales, y describirlos es parte importante de toda sistematización, pero lo que más interesa en el proceso de sistematización es poder explicar por qué se obtuvieron esos resultados, y extraer lecciones que nos permitan mejorarlos en una experiencia futura.

## METODOLOGÍA

El tipo de estudio fue cualitativo descriptivo. En la sistematización de experiencia se consideró la guía metodológica de la FAO (Acosta, 2005). El modelo de la sistematización incluyo el siguiente proceso: 1) Situación inicial donde se describe el problema u oportunidades antes de la intervención y los elementos del contexto. 2) EL proceso de intervención donde explica que actividades, en que tiempo se hizo, como lo hizo, con que lo hizo y los elementos del contexto) y 3) La situación final donde plantea como se compara la situación actual con la inicial, los beneficios y quienes son los beneficiarios).

La Población estuvo definida por todas las unidades productivas que realizan actividad de Bioeconomía en el area de estudio. La muestra fue de 55 Unidades de investigación y producción (Laboratorios, Centros de Investigación y Unidades productivas) que fueron estratificada por sectores (Universidades del CNU), Empresas Privadas que sirvan de referente comparativo en el conglomerado seleccionado por cada universidad objeto de estudio, en este caso trabajamos con ingenios, e industrias químicas que trabajan con Bioeconomía. Universidades, se trabajó con las facultades agrarias, médicas, tecnológicas y económicas. ONGs que trabajan con productores en la Bioeconomía. Tabla 1 muestra la operacionalizacion de variables por sendero productivo.

Tabla 1. Definición conceptual/operacional, dimensiones e indicadores

TABLA 1  
Definición conceptualoperacional dimensiones e indicadores

Sendero productivo	Variabes	Indicadores
Bio-refineria	Café Cacao Caña	Etanol Biogás
Bio-producto	de azúcar	Energía eléctrica
	Oleaginosas	Aceites y biocombustible
Eco intensificación	Ganadería Cultivos	Abonos orgánicos
		Controladores biológicos
Eficiencia energética. Riego	Recursos de Finca	Cosecha de agua
		Consumo de energía y las emisiones de CO2

Elaboración propia

En el proceso de recolección de datos se construyó los cuestionarios o encuestas en base a la metodología empleada sugerida por la FAO (Acosta, 2005), y luego se aplicaron a los actores elegidos o seleccionados por

conglomerado. Estos instrumentos se procesaron con software especializados SPSS v.22, y las tablas de salida se valoraron en porcentajes en base a la estadística descriptiva. Como en todo proceso de investigación se tuvo muy en cuenta el respeto a las personas, búsqueda del bien, justicia. De tal manera, que se buscó lograr los máximos beneficios y de reducir al mínimo el daño de los datos y la equivocación.

Se aplicó el instrumento de evaluación e identificación a las 4 universidades del CNU: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León (UNAN León), Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN Managua), Universidad Nacional Agraria (UNA) y Universidad Nacional de Ingeniería (UNI); además a empresas y agro negocios que producen y distribuyen servicios y productos de la bioeconomía. Se visitaron 55 unidades de producción e investigación de la bioeconomía. Se fortalecieron capacidades en el taller de identificación de los senderos utilizando la base teórica de la bioeconomía referida en Zuniga et al. (2022). Como parte de la metodología se participó en una feria la feria científica en celebración del día del agrónomo bajo el lema “Bio insumos para una agricultura sustentable”, en la Facultad Regional Multidisciplinaria de Matagalpa (FAREM-Matagalpa) de la UNAN Managua. En esta feria se presentaron 134 trabajos innovadores en Bio-insumos. Agregamos que la metodología de identificación de los senderos se participó en conjunto con la UNA y la UNAN León de los productos (Bio-insumos). Participaron cooperativas que trabajan las variadas tecnologías de bio-insumos en el sendero Eco intensificación de la bioeconomía (Henry, Pahun & Trigo, 2014, Sierra-Figueroa *et al.* 2015, Colón-García *et al.* 2021). Todas estas actividades estuvieron encaminadas a la identificación de los senderos productivos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1) Situación inicial

La Tabla 2 indica el sendero productivo de la bioeconomía encontrados en las unidades de investigación y producción de la UNAN León, UNAN Managua, UNA, UNI, y algunos productores en unidades agrarias y empresas.

Del 100 % investigado se pudo notar que las Universidades del CNU se identifican con Eco intensificación, en segundo lugar con Aplicaciones de Biotecnología similar a Taufiq *et al.* (2021) y en tercer lugar con Bio-refinería y Bio- productos como en Ortega *et al.* (2017), siendo las restantes menos consideradas, no así para las empresas y asociaciones de cooperativas, que además de estos tres senderos se identificaron con Riego, eficiencia energética referida también por Ehrenfeld (2005), incremento de la eficiencia en la cadena de valor y ecosistemas de servicio como los obtenido por Hodson de Jaramillo, (2018), Colón-García et al. (2021). La UNAN León se identifico con el sendero eco intensificación y Aplicaciones de biotecnología en un 35%, la UNAN Managua solamente en Eco intensificación principalmente con las FAREM en 7 %, la UNA con un 16% en Eco intensificación y Aplicaciones de Biotecnología. En el caso de la UNI se observa un 16 % pero se destaca más en Biorrefinerías y Bioproductos similares a Das (2007), Brambila-Paz *et al.* (2013), Ortega *et al.* (2017).

La Tabla 3 se enfocó a la cantidad de investigadores por senderos productivos. Se noto que el mayor porcentaje fue para 4 personas, seguidas por 2. En otras palabras existe poca participación de investigadores en el tema de la bioeconomía. Los pocos investigadores que trabajan el tema lo hacen con equipos o grupos de trabajo mínimos de 2 o 4 personas.

La Tabla 4 refiere las unidades de investigación que participaron en este estudio. Por parte de la academia se encontró laboratorios, centros de investigación, en la salud, tecnología de los alimentos, la producción agraria y veterinaria. Los laboratorios de la salud se identificaron con el sendero de Aplicaciones de Biotecnología como en Marrero (2012), Fernández (1998), de igual manera, los laboratorios de tecnología de alimentos y productos químicos obtuvieron resultados similares a Ortega *et al.* (2013), Villate & Castellanos (1998), los centros de investigación de las ciencias agrarias y veterinarias y acuícola se identifican con el sendero Eco

intensificación y aplicaciones de biotecnología como en de Nutrigenómica & Acuícola (2021), Palacios *et al.* (2017).

La Tabla 5 ubica el tipo de biomasa residual referida en Zúniga-González *et al.*, (2022), Ortiz *et al.* (2019) que utilizan las unidades de investigación y producción. Se destaca con un 13 % la biomasa residual animal (desechos sólidos y líquidos), acá identifican orina y heces del ganado. En segundo lugar se encontró que los investigadores están utilizando biomasa de desechos agroindustria como en los estudios de Rodríguez, (2017), Schwarz (2002). Y en tercer lugar se identificó con un 7 %, hongos entomopatógenas como *Trichoderma*, *Beauveria Bassiana*, *Bacilius Felineus*, *Basilus Subtilis*, Biomasa vegetal, biomasa reactivos químicos sintéticos natural entre otros similares a Hernández-Melchor *et al.* (2019).

La Tabla 6. refiere la tecnología utilizada por las unidades de investigación. Se destaca con un 16 % en el sendero Eco intensificación: Procesos de Fermentación aeróbica/anaeróbica proteínas, aminoácidos, péptidos. Con un 7 % en los senderos Eco intensificación y Aplicaciones de Biotecnología: Caracterizar, preparar, seleccionar la biomasa agroindustrial y/o construcción. Y la tecnología de Agroforestería, agroecología.

Finalmente, se elaboró la Tabla 7 referido a los productos y/o servicios generados o producidos por las unidades de investigación estudiadas. De manera interesante, se destaca la Unidad de Tecnología de los alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas de la UNAN León, con la producción de Cereales, Jalea, encurtidos, jugos, néctares, salsas, vainilla, queso, quesillo, bebidas, etc. Esto fue identificado en el sendero de aplicaciones de la biotecnología similar a los trabajos de Castellanos-Rozo *et al.* (2022), Chefte *et al.* (1980). En segundo orden se destacan Plántulas de tomate, chiltoma, repollo y Bio insumo (Bioles, Bokashi, Fofito, Lombris Humus, Cardo bodele, Cardo sulfocastico, Neem), similar a los trabajos de Zambrano-Moreno *et al.* (2015). En tercer lugar encontramos H. Chysoperla externa, Hortalizas similar al trabajo de Gualsaqui Panamá (2022).

Se analizaron cuatro tablas bajo el enfoque de la metodología de sistematización de la FAO referido en la sección del contexto teórico.

## 2) EL proceso de intervención

La Tabla 8. se refiere la problemática que las unidades de investigación enfrentaron o están enfrentando para desarrollar las actividades en los senderos de la bioeconomía identificados. El principal problema que manifestaron fue el de falta de laboratorios y profesores especializados. En segundo lugar refieren poca o limitada infraestructura para abonos orgánicos, o se le considera sin importancia. En tercer lugar está la inversión, financiamiento, altas tasas de interés, costos elevados de los insumos y reactivos. En el caso de las universidades se mencionó el lento proceso de adquisiciones para disponer de insumos y reactivos para los procesos productivos y de investigación como mencionan Pavone (2012), Trigo & Henry (2011), Carpintero (2005).

Siguiendo la metodología de la FAO (Acosta, 2005), se abordó el proceso de intervención en la Tabla 9. Los investigadores expresaron que se ajustaron a las condiciones dadas (40 %). En segundo han tratado de mejorar a lo interno los procesos administrativos, otros han recibido apoyo de las instituciones gubernamentales y no gubernamentales y algunos productores. En tercer lugar los investigadores que también son profesores trabajan con estudiantes que aportan aproximadamente el 30 % de los insumos y reactivos que se utilizan en el proceso educativo. Otros expresan la necesidad de hacer una agenda y definir prioridades para que las instituciones faciliten en sus respectivas políticas.

La Tabla 10, presento como los investigadores expresaron manejar la situación final una vez que abordan el problema. En primer lugar expresaron que las prácticas con los estudiantes fue la más afectada (18%). En segundo lugar el uso de caja chica ha facilitado algunos de los problemas abordados, así mismo se ha valorado la necesidad de reconstruir la infraestructura para la producción de abonos orgánicos, y la necesidad de mayor trabajo interdisciplinario. En tercer lugar se mencionó involucrar más al estudiantado para mejorar los procesos.

### 3) Situación final

Se logró identificar las principales actividades o experiencias que las instituciones académicas investigadas realizan en los senderos productivos de la bioeconomía referidos en Zúñiga-González *et al.* (2014). Es importante, señalar que producto del tiempo que implica la movilidad de los investigadores se atendió principalmente a las 4 Universidades miembros del CNU (UNAN León, UNI, UN, UNAN Managua). De la aplicación del instrumento se generaron los siguientes tablas (Ver anexos) que nos permite tener una panorámica general de los senderos productivos que los investigadores se han venido perfilando.

Finalmente, la Tabla 11. muestra las lecciones aprendidas en base a la experiencia de las unidades de investigación. Los investigadores expresaron la necesidad de mejorar en primer lugar, los procesos de adquisición. En segundo lugar mantener inventario de materiales. En tercer lugar se menciona que “No existe una norma para los procesos de abonos orgánicos. Consideramos oportuno mencionar que se han ordenado y validado protocolos en Laboratorios”.

## CONCLUSIONES

El objetivo del estudio se centró en identificar los senderos productivos de la bioeconomía de las unidades de investigación y producción objeto de estudio. Mediante la metodología propuesta de la FAO, se logró identificar los senderos productivos de la bioeconomía donde las universidades del CNU y las empresas y cooperativas tienen experiencia o desarrollan algún tipo de actividad bioeconómica, la biomasa residual que utilizan, la tecnología y los productos o servicios que ofertan. Se observó que la mayoría de estas se identifican con el sendero Eco intensificación y Aplicaciones de biotecnología. La UNAN León, La UNA y La UNAN Managua estuvieron fuertemente identificadas con estos senderos. La UNI se identificó fuertemente con Bio-refinería y Bio-productos, muy poco con Eco-intensificación. La biomasa identificada, generalmente es residual principalmente de residuos animal y vegetal (sólidos y líquidos). La tecnología es bastante innovadora y se adapta a las condiciones de cada unidad de investigación donde estudiantes y profesores muestran creatividad.

De acuerdo a los resultados de la investigación y el objetivo planteado se concluye que existe una potencial innovación en las unidades investigadas, pero se carece de conocimiento de la demanda y la oferta del mercado, esto hace necesario el apoyo a estas unidades en términos administrativos y económicos para posicionarse en el mercado con mayores ventajas competitivas.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda construir una agenda pública para definir prioridades en las unidades de investigación a los efectos de potenciar la innovación y creatividad.

Establecer los vínculos necesarios entre la academia con las unidades de investigación (especialistas) identificadas y las unidades de investigación de las instituciones del Estado y empresas privadas con el propósito de establecer sinergias.

El estudio deja claro la necesidad de involucramiento de las facultades de economía, economía agrícola o economía aplicada para trabajar con la epistemología de la bioeconomía (Zuniga et al. 2022). Las unidades requieren validar estructuras de costos y precios de los productos y servicios identificados. Los estudios de marketing y mercados son imperativos en las unidades de investigación.



## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las autoridades de la UNAN Leon, VRIIE y ECAV por facilitar los procesos para acceder a los Fondos Concursables CNU 2021-2022.

## REFERENCIAS

- Acosta, L. A. (2005). Guía práctica para la sistematización de proyectos y programas de cooperación técnica. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.
- Brambila-Paz, J. D. J., Martínez-Damián, M. Á., Rojas-Rojas, M. M., & Pérez-Cerecedo, V. (2013). La bioeconomía, las biorefinerías y las opciones reales: el caso del bioetanol y el azúcar. *Agrociencia*, 47(3), 281-292.
- Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas*, 21(1-2).
- Colón-García, A. P., Catari-Yujra, G., & Alvarado, E. (2021). Los senderos productivos de la bioeconomía: El caso de Honduras. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 7(14), 1756-1773.
- Castellanos-Rozo, J., López, J. A. G., Pulido, R. P., Burgos, M. J. G., Lucas, R., & Gálvez, A. (2022). Las bacteriocinas y su efecto sinérgico con tecnologías emergentes en alimentos. *Revista Mutis*, 12(2).
- Carpintero, O. (2005). El desafío de la bioeconomía. *Ecología Política*, (30), 41-58.
- Cheftel, J. C., Cheftel, H., Besancon, P., & Capont, F. L. (1980). Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos (Vol. 1, pp. 265-290). *Acribia*.
- de Nutrigenómica, C. C., & Acuícola, B. (2021). Resumen en extenso: Nutrigenómica de larvas de pescado blanco de Pátzcuaro (*chirostoma estor*) alimentadas con rotífero y microdieta. *Revista Bio Ciencias*, 8.
- Das, K. C., García, J. A., & Pérez, M. G. (2007). Revisión del concepto de biorefinería y oportunidades en el sector palmero. *Revista Palmas*, 28(especial), 61-69.
- EU COMMISSION (2007): *En route to the Knowledge-based Bio-economy*, Bruselas,
- European Commission, 1-23. EU COMMISSION (2010): *The Knowledge-based bio-economy (KBBE) in Europe: achievements and challenges*, Bruselas, Flemish Government 1-68l.
- Ehrenfeld, J. R. (2005). Eco-efficiency. *Journal of Industrial Ecology*, 9(4), 6-8.
- Fernández, M. D. (1998). La calidad y la innovación tecnológica en la biotecnología aplicada a la salud. *Dirección y Organización*, (19).
- Georgescu-Roegen, Nicholas. (1975). Energy and economic myths. *Southern Economic Journal* 41, no. 3 (January): 347-381.
- Georgescu-Roegen, Nicholas. (1972). Comment of Adelman's review. *Journal of Economic Literature* 10, no. 4 (December): 1268.
- Georgescu-Roegen, Nicholas. (1977)a. The steady state and ecological salvation: A thermodynamic analysis. *Bioscience* 27, no. 4 (April): 266-270.
- Gualsaqui Panamá, J. G. (2022). Evaluación del hongo entomopatógeno *beauveria bassiana* en los cuatro estadios de desarrollo de la mosca blanca (*bemisia tabaci*) en la Granja Experimental La Pradera (Bachelor's thesis).
- Henry, G., Pahun, J., & Trigo, E. (2014). La Bioeconomía en América Latina: oportunidades de desarrollo e implicaciones de política e investigación. *Faces*, 20(42-43), 125-141.
- Hodson de Jaramillo, E. (2018). Bioeconomía: el futuro sostenible. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 42(164), 188-201.
- Hernández-Melchor, D. J., Ferrera-Cerrato, R., & Alarcón, A. (2019). *Trichoderma*: importancia agrícola, biotecnológica, y sistemas de fermentación para producir biomasa y enzimas de interés industrial. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 35(1), 98-112.
- Martínez, A. A. (1999). Aplicaciones de la biotecnología en el mundo actual. *Vida rural*, (79), 29-31.

- Marrero, S. M. (2012). Aplicaciones de la Biotecnología en la Salud y Mejora Animal. *Revista de Salud Animal*, 34(3), 203-203.
- Ortega, G. M., Rubio, E. C., & López, J. L. G. (2013). *Biotecnología y alimentación*. Editorial UNED.
- Ortega, J. A. T., Rubio, O. F. C., & Orozco, I. H. (2017). Análisis de ciclo de vida para una biorefinería derivada de residuos agrícolas de palma aceitera (*Elaeis guineensis*). *Publicaciones e Investigación*, 11(1), 13-36.
- Ortiz, D. L. P., Botero-Londoño, M. A., & Botero-Londoño, J. M. (2019). Biomasa residual pecuaria: revisión sobre la digestión anaerobia como método de producción de energía y otros subproductos. *Revista UIS Ingenierías*, 18(1), 149-160. <https://doi.org/10.18273/revuin.v18n1-2019013>
- Pavone, V. (2012). Ciencia, neoliberalismo y bioeconomía. *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 7(20), 145-161.
- Palacios, C. A. M., Cuevas, E. M. T., Madrigal, J. F., Durán, M. G. R., Chávez, C. C. M., García, J. L., ... & Hoyos, L. R. (2017). Laboratorio de Biotecnología Acuícola: Investigación que contribuye a la soberanía alimentaria, rumbo al 2050. *Ciencia Nicolaita*, (71).
- Rodríguez, A. G. (2017). La bioeconomía: oportunidades y desafíos para el desarrollo rural, agrícola y agroindustrial en América Latina y el Caribe. *Boletín CEPAL-FAO-IICA*.
- Schwarz, W. H. (2002). Las celulosas y su aplicación en la degradación de desechos agroindustriales. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 4(1), 6-13.
- Sierra-Figueroa, P., Piñero, A. M. P., Zarabozo, O. D., Castellanos-Pontenciano, B., & Cruz, J. M. Z. (2015). Aspectos a valorar dentro de la bioeconomía y su sendero de eco-intensificación para el buen desempeño de la actividad apícola ante la variabilidad de la Actividad Solar y Geomagnética y los cambios climáticos. *Rev. iberoam. bioecon. cambio clim.*, 1(1), 207-222. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v1i1.2149>
- Trigo, E. J., & Henry, G. (2011). Una bioeconomía para América Latina y el Caribe: oportunidades y retos desde una perspectiva de políticas. Nota de Política sobre Bioeconomía No. 2011-01. Consultado 8062022 [https://agritrop.cirad.fr/567664/1/document\\_567664.pdf](https://agritrop.cirad.fr/567664/1/document_567664.pdf)
- Trigo E.J., Henry G., Sanders J., Schurr U. , Ingelbrecht I. ,Revel C. , Santana C. , Rocha P., (2013), Towards bioeconomy development in Latin America and the Caribbean, *Bioeconomy Working Paper No.2013-01*. ALCUE KBBE FP7 Project No. 264266, 15 p
- Taufiq, A., Intan Subadra, S. T. U., Hidayat, N., Sunaryono, S., Hidayat, A., Handoko, E., ... & Chuenchom, L. (2021). Eco-Friendly Fabrication of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/MWCNT/ZnO Nanocomposites from Natural Sand for Radar Absorbing Materials. *International Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 17(1), 41-53.
- Villate, S., & Castellanos, O. (1998). Perspectivas de la biotecnología de alimentos en Colombia. *Revista colombiana de biotecnología*, 1(2), 69-72.
- Zambrano-Moreno, D. C., Ramón-Rodríguez, L. F., Strahlen-Pérez, V., & Bonilla-Buitrago, R. R. (2015). Industria de bioinsumos de uso agrícola en Colombia. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 18(1), 59-67. <https://doi.org/10.31910/rudca.v18.n1.2015.445>
- Zuniga-Gonzalez, C. A., Zarabozo, O. D., Moreno, M. A. G., Quirós, O., Palomares, R. D., Gaviria, G. D. J. M., & Sánchez, A. S. (2014). Estado del Arte de la Bioeconomía y el Cambio Climático. Editorial Universitaria, UNAN León. 329.p ISBN Impreso 978-99924-28-39-9, ISBN electrónico 978-99924-28-40-5. DOI 10.22004/ag.econ.168356 Disponible en <https://ageconsearch.umn.edu/record/168356/>
- Zúniga González, C. A., & Trejos, R. (2014). Medición de la contribución de la Bioeconomía: Caso Nicaragua. *Universitas (León): Revista Científica De La UNAN León*, 5(1), 59-82. <https://doi.org/10.5377/universitas.v5i1.1479>
- Zúniga-González, C. A., López, M. R., Icabaceta, J. L., Vivas-Viachica, E. A., & Blanco-Orozco, N. (2022). Epistemología de la Bioeconomía. *Rev. Iberoam. Bioecon. Cambio Clim.*, 8(15), 1786-1796. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v8i15.13986>

## Annexos

**TABLA 2**  
Senderos productivos de la Bioeconomía

Institucion	Sendero productivo de la bioeconomia						%	
	Ecointensifica cion	Aplicaciones de biotecnologi a	Biorrefineria- Bioproducto s	Riego. Eficiencia Energetica	Incremento de la Eficiencia en la cadena de valor	Ecos istema de servicio		
UNAN Leon	9	10	0	0	0	0	19	35%
UNAN Managua	4	0	0	0	0	0	4	7%
UNA	5	3	0	0	1	0	9	16%
UNI	1	1	7	0	0	0	9	16%
Finca	4	0	0	0	0	0	4	7%
Empresa	3	0	1	1	1	1	7	13%
Asociacion de Cooperativas	1	0	0	1	0	0	2	4%
Alcaldia municipal	0	0	1	0	0	0	1	2%
	27	14	9	2	2	1	55	

Elaboración propia

**TABLE 3**  
Cantidad de investigadores por Sendero productivo de la bioeconomía

Cantidad de investigadores	Sendero productivo de la bioeconomia						Total	%
	Ecointensifica cion	Aplicaciones de biotecnologia	Biorrefineria- Bioproductos	Riego. Eficiencia Energetica	Incremento de la Eficiencia en la cadena de valor	Ecosistema de servicio		
1	0	0	0	0	1	0	1	2%
2	4	1	3	2	0	0	10	18%
3	3	0	1	0	0	0	4	7%
4	7	0	5	0	0	0	12	22%
5	4	3	0	0	0	0	7	13%
6	0	2	0	0	0	0	2	4%
7	0	5	0	0	0	0	5	9%
8	1	1	0	0	0	0	2	4%
9	1	0	0	0	0	0	1	2%
10	5	1	0	0	0	0	6	11%
12	0	0	0	0	1	0	1	2%
15	0	0	0	0	0	1	1	2%
20	1	0	0	0	0	0	1	2%
21	0	1	0	0	0	0	1	2%
46	1	0	0	0	0	0	1	2%
	27	14	9	2	2	1	55	

Elaboración propia

**TABLA 4**  
**Unidad de Investigación por sendero productivo de la bioeconomía**

Nombre de la Unidad	Sendero productivo de la bioeconomía						Total
	Ecointensifica cion	Aplicaciones de biotecnología	Biorrefinería- Bioproductos	Riego. Eficiencia Energética	la Eficiencia en la cadena de valor	Ecosistema de servicio	
Labo de Bioquim y fisiol	0	1	0	0	0	0	1
Laboratorio de microbiología	0	1	0	0	0	0	1
CEI-Centro de Vacunas-DEN	0	1	0	0	0	0	1
Lab. para analisis de contaminantes	0	1	0	0	0	0	1
Laboratorio Mauricio Diaz Muller	0	2	0	0	0	0	2
Laboratorio de control de calidad	0	1	0	0	0	0	1
ECAV CIRCB	5	0	0	0	0	0	5
SOPPEXCCA	0	0	0	0	1	0	1
ECOOALPHA	1	0	0	0	0	0	1
EL BONETICCO	0	0	0	1	0	0	1
Selva Negra	0	0	0	0	0	1	1
Huerto organico	0	0	1	0	0	0	1
Centro intgral de Dxo Clinico Veterinario	1	0	0	0	0	0	1
Laboratorio de Agroindustria	0	1	0	0	0	0	1
Lab. hongos entomopatogenos	1	0	0	0	0	0	1
Lab. multifuncional de biología	0	1	0	0	0	0	1
Serv de inf sobre agri sost (SIMAS)	1	0	0	0	0	0	1
Sede UNA	1	0	0	0	0	0	1
Laboratorio LARENA	1	0	0	0	0	0	1
Uni. invt. en estrat de aliment animal	0	0	0	0	1	0	1
Lab. Cult de tejdos veg y Biol molecular	0	1	0	0	0	0	1
El Cairo	1	0	0	0	0	0	1
Laboratorio de biomasa	1	0	1	0	0	0	2
Coordinacion de investigacion UNI	0	0	1	0	0	0	1
Facultad de Agro	0	0	1	0	0	0	1
Centro de prod frutales La FE	0	0	3	0	0	0	3
Facultad de ingenieria Quimica	0	1	0	0	0	0	1
Grupo de investig Ing Electrica	0	0	1	0	0	0	1
Frozen Fruit SA	0	0	1	1	0	0	2
Agropecuaria Valdivia (Arrocera)	1	0	0	0	0	0	1
Vivero Hortalizas Esteli	1	0	0	0	0	0	1
Cooperativa productora de platano	1	0	0	0	0	0	1
Finca Santa Lucia	1	0	0	0	0	0	1
Finca Lourdes (Los Gurdianes)	2	0	0	0	0	0	2
ECAV CNRA	4	0	0	0	0	0	4
Lab. de Invest. Marina y Acuicola	0	3	0	0	0	0	3
	23	14	9	2	2	1	51
	45%	27%	18%	4%	4%	2%	100%

Elaboración propia

**TABLA 5**  
**Biomasa residual por sendero productivo de la bioeconomía**

Biomasa residual	Sendero productivo de la bioeconomía						Total	%
	Ecointensificación	Aplicaciones de biotecnología	Biorrefinería-Bioproductos	Eficiencia Energética	Eficiencia en la cadena de valor	Ecosistema de servicio		
Orina, Sangre, heces. Uso de reactivos	0	4	0	0	0	0	4	7%
Biomasa microbiana parásitos, agentes infecciosos	0	1	0	0	0	0	1	2%
Biomasa materia inorgánica, residuos vegetal	0	1	1	0	0	0	2	4%
Residuos vegetal (semillas, cereales, frutas, hortalizas)	2	2	0	0	0	0	4	7%
Biomasa reactivos químicos sintéticos natural	0	1	0	0	0	0	1	2%
Rastrojos del edafon del suelo, MO, Semolina, Leche, Melaza (Microorganismos de montañas)	1	0	0	0	0	0	1	2%
Algas	0	1	0	0	0	0	1	2%
Energía solar	0	0	0	0	0	1	1	2%
Pulpa de café	1	0	0	0	0	0	1	2%
Gallinaza, pulpa de café, carbón vegetal, semolina, Melaza	1	0	0	0	1	0	2	4%
Recurso agua	0	0	0	1	0	0	1	2%
Heces fecales humana y/O Estiercol vacuno	2	0	0	0	0	0	2	4%
Biomasa residual animal (desechos sólidos y líquidos)	6	0	1	0	0	0	7	13%
Biomasa arborea	1	0	1	1	0	0	3	5%
VPN (Spodoptera Siuna, Frugiperda, Exigua)	1	0	0	0	0	0	1	2%
Sitotroga Cerealilla (Hospedero, alimento)	2	0	0	0	0	0	2	4%
Vitroplantas, tejidos de plantas	0	1	0	0	0	0	1	2%
Hongos entomopatogénico (Trichoderma, Beauveria Bassiana, Bacillus Felineus, Bacillus subtilis)	4	0	0	0	0	0	4	7%
Biomasa desechos agroindustriales	0	1	4	0	0	0	5	9%
Residuos plásticos	0	0	1	0	0	0	1	2%
Alcohol	0	0	1	0	0	0	1	2%
Cascarilla de arroz	1	0	0	0	0	0	1	2%
Sustrato	1	0	0	0	0	0	1	2%
Biomasa residual vegetal (materia orgánica, detergentes, ajo, chile, vinagre naturales de plátano, estiercol)	3	0	0	0	1	0	4	7%
Biomasa Moringa Deshidratada	1	0	0	0	0	0	1	2%
Rotíferos	0	1	0	0	0	0	1	2%
Probióticos	0	1	0	0	0	0	1	2%
	27	14	9	2	2	1	55	100%

Elaboración propia

**TABLA 6**  
**Tecnología por sendero productivo de la bioeconomía**

Tecnología	Sendero productivo de la bioeconomía						Total	%
	Ecointensificación	Aplicaciones de biotecnología	Biorrefinería-Bioprodutos	Riego. Eficiencia Energetica	Incremento de la Eficiencia en la cadena de valor	Ecosistema de servicio		
Separacion-Centrifugacion. Toma de suero.	0	1	0	0	0	0	1	2%
Metodo molecular, Microscopia, Antigeno	0	2	0	0	0	0	2	4%
Separacion centrifugacion, congela especimen de cuerpo, analisis anticuerpos	0	1	0	0	0	0	1	2%
Metodologia CODEC, cromatografia de gases y liquidos de alta resolucion	0	1	0	0	0	0	1	2%
Recopilar M-P, Dosificacion, Dispensacion al area granular, producto terminado	0	1	0	0	0	0	1	2%
Seleccioion, lavado, secado, tostado, extraccion de jugo,corte, formulacion, pasteurizado, descremado, moleinda, etc.	0	2	0	0	0	0	2	4%
Temtodos farmacospedicos, tecnicas cromatograicas (columnas liquidas, capa fina).	0	1	0	0	0	0	1	2%
Benefido Humedo	1	0	0	0	1	0	2	4%
Procesos de Fermentacion aerobica/anaerobica proteinas, aminoacidos, peptidos	9	0	0	0	0	0	9	16%
Planta hidroelectrica	0	0	0	1	0	0	1	2%
Hornos, Calderas	0	0	0	1	0	0	1	2%
Agro foresteria, agroecologia	3	0	1	0	0	0	4	7%
Fermentacion en estado solido (lactobacilos)	0	0	0	0	1	0	1	2%
Micropropagacion, saneamiento	0	1	0	0	0	0	1	2%
Se compra la biomasa Hongo entomopatogenos	1	0	0	0	0	0	1	2%
Biofiltros	1	0	0	0	0	0	1	2%
Tratamiento de aguas residuales	0	0	1	0	0	0	1	2%
Caracterizar, preparar, seleccionar la biomasa agroindustrial y/o construccion	0	0	4	0	0	0	4	7%
Pruebas de resistencia y adaptacion co otros materiales	0	0	1	0	0	0	1	2%
Activacion alcalina de materiales base silica o base silico-aluminados	0	1	0	0	0	0	1	2%
Gasificador Experimental	0	0	1	0	0	0	1	2%
Procesos quimicos para producir el alcohol	0	0	1	0	0	0	1	2%
Trillo de arroz	1	0	0	0	0	0	1	2%
Viveros produccion de plantas	1	0	0	0	0	0	1	2%
BPA	3	0	0	0	0	0	3	5%
Medios de cultivos PDA y sustrato de arroz	1	0	0	0	0	0	1	2%
Dieta artificial e infeccion de larvas de spodopteras con VPN	1	0	0	0	0	0	1	2%
Ingesta (Lombrises)	1	0	0	0	0	0	1	2%
Inoculacion de hongos en el arroz	2	0	0	0	0	0	2	4%
Proceso de parasitacion H. S. Cerealella	1	0	0	0	0	0	1	2%
Dieta de Larvas S. Cerealella	1	0	0	0	0	0	1	2%
Paneles solares	0	0	0	0	0	1	1	2%
Tecnicas de cultivo masivo de alimento vivo	0	3	0	0	0	0	3	5%
	27	14	9	2	2	1	55	100%

Elaboracion propia

**TABLA 7**  
**Producto o Servicio por Sendero productivo de la bioeconomía**

Sendero productivo de la bioeconomía								
Producto o Servicio	Eco-intensificación	Aplicaciones de biotecnología	Biorefinería-Bioproductos	Riego. Eficiencia Energética	Incremento de la Eficiencia en la cadena de valor	Ecosistema de servicio	Total	%
Análisis de química clínica: Tiroides-Especiales	0	1	0	0	0	0	1	2%
Diagnóstico clínico	0	1	0	0	0	0	1	2%
Diagnóstico Cerológico, Vacuna, Cero conversión de anticuerpos	0	1	0	0	0	0	1	2%
Toxicología en bioanálisis, Certificación fitosanitaria, diagnósticos de contaminantes personas, suelo y vegetal	0	1	0	0	0	0	1	2%
Alcanfor, Locion, Yasar, Talco, antialérgico, pomadas, yoduro, ambrosol, etc	0	1	0	0	0	0	1	2%
Cedrales, Jalea, encurtidos, jugos, nectares, salsas, vainilla, queso, queso, bebidas, etc	0	2	0	0	0	0	2	4%
Control de calidad del medicamento	0	1	0	0	0	0	1	2%
Fertilizantes orgánicos: bioestimulantes, Bio insumos, mejorador de suelos	3	0	1	0	1	0	5	10%
Eco servicio, Eco turismo	1	0	0	0	0	1	2	4%
Energía Eléctrica	0	0	0	1	0	0	1	2%
Bio gas	1	0	0	0	1	0	2	4%
Análisis de química clínica para animales	0	1	0	0	0	0	1	2%
Dosis de VPN	1	0	0	0	0	0	1	2%
Bioproductos medicinales, frutas.	1	0	0	0	0	0	1	2%
Harina para formular alimentos balanceados	0	1	0	0	0	0	1	2%
Producto materiales base cemento, bloques, pisos	0	0	4	0	0	0	4	8%
Paneles livianos, lozetas	0	0	1	0	0	0	1	2%
Gas para la generación de energía eléctrica	0	0	1	0	0	0	1	2%
Energía Calórica	0	0	0	1	0	0	1	2%
Ethanol	0	0	1	0	0	0	1	2%
Cascarilla de arroz	1	0	0	0	0	0	1	2%
Plantulas de tomate, chiltoma, repollo	1	1	0	0	0	0	2	4%
Platano, aguacate, Mango rosa, cítricos, Caña de azúcar, Yuca, papayas, tomates, pollos de granjas, gallinas ponedoras	4	0	0	0	0	0	4	8%
Hongos (Trichoderma, Beauveria Bassiana)	3	0	0	0	0	0	3	6%
Lombris abono, lombrises de tierra californiana, cubana	1	0	0	0	0	0	1	2%
Bio fermento, compost	1	0	0	0	0	0	1	2%
Microrganismos de montaña	1	0	0	0	0	0	1	2%
Bukachi	1	0	0	0	0	0	1	2%
H. Trichogramma pretiosum	1	0	0	0	0	0	1	2%
H. Chysoperla externa	1	0	0	0	0	0	1	2%
Horatizas	1	0	1	0	0	0	2	4%
Alimento balanceado para peces	0	3	0	0	0	0	3	6%
	23	14	9	2	2	1	51	100%

Elaboración propia

**TABLA 8**  
**Problemática por Sendero productivo de la bioeconomía**

Sendero productivo de la bioeconomía								
Problemática	Ecointensificación	Aplicaciones de biotecnología	Biorrefinería-Bioprodutos	Riego. Eficiencia Energética	Incremento de la Eficiencia en la cadena de valor	Ecosistema de servicio	Total	%
Adquisición de reactivos y mantenimiento de equipos	15	9	1	1	1	0	27	2%
Tratamiento de aguas servidas	0	0	0	0	1	0	1	2%
Financiamiento, tasas de interés altas, costos elevados de los insumos	1	0	1	0	0	0	2	4%
Desaprovechamiento del recurso eólico	0	3	0	0	0	1	4	7%
Dificultades en la zona para el diagnóstico	0	1	0	0	0	0	1	2%
Riesgo climático	1	0	0	0	0	0	1	2%
Exigencia en la aplicación del Decreto 21-2017	1	0	1	0	0	0	2	4%
Falta de laboratorios y Profesores especializados	1	0	5	0	0	0	6	9%
Acumulación de cenizas en las áreas de cultivo y agroindustria	0	1	1	0	0	0	2	4%
Exceso de basura en las calles por podas	0	0	0	1	0	0	1	2%
Infraestructura para abonos orgánicos se cayó. El sistema no lo considera importante.	4	0	0	0	0	0	4	7%
Problemas de comercialización	3	0	0	0	0	0	3	2%
Condiciones climáticas no adecuadas	1	0	0	0	0	0	1	2%
	27	14	9	2	2	1	55	100%

Elaboración propia

**TABLA 9**  
**Proceso de intervención por Sendero productivo de la bioeconomía**

Sendero productivo de la bioeconomía								
Proceso de intervención	Ecointensificación	Aplicaciones de biotecnología	Biorrefinería-Bioprodutos	Riego. Eficiencia Energética	Incremento de la Eficiencia en la cadena de valor	Ecosistema de servicio	Total	%
Ajustarse a las condiciones dadas	15	3	3	1	0	0	22	40%
Procesos de mejoras administrativos	0	4	1	0	0	0	5	9%
Interrelación con otros laboratorios	0	1	0	0	0	0	1	2%
Aprovechamiento de aguas y pulpa	0	0	0	0	1	0	1	2%
Flete internacional	1	0	0	0	0	0	1	2%
Apoyo de las instituciones del gubernamentales y productores	0	4	0	0	0	1	5	9%
Desinterés de investigadores	1	0	0	0	0	0	1	2%
Docentes y estudiantes participan en los procesos con equipos modernos	0	1	0	0	0	0	1	2%
Proyecto en fase de construcción	1	0	0	0	0	0	1	2%
Empresas pesqueras colaborando con la academia en el tema de aprovechar los desperdicios y mitigar la contaminación	0	0	0	0	1	0	1	2%
Metodos de transformación y aprovechamiento con biomasa residual agropindustrial y construcción	0	0	1	0	0	0	1	2%
Aportes del Estado, profesores y estudiantes en laboratorios	0	0	3	0	0	0	3	5%
Intervención limitadas con equipamiento e infraestructura	0	1	0	0	0	0	1	2%
Proyecto demostrativo escalable de gasificación de medios agroindustriales	0	0	1	0	0	0	1	2%
Migraciones	1	0	0	1	0	0	2	4%
Se trabaja con estudiantes, aportan el 30 %.	4	0	0	0	0	0	4	7%
Hacer una agenda y definir prioridades	4	0	0	0	0	0	4	7%
	27	14	9	2	2	1	55	100%

Elaboración propia



TABLA 10  
Situación final por Sendero productivo de la bioeconomía

Situación final	Sendero productivo de la bioeconomía						Total	%
	Ecointensifica ción	Aplicaciones de biotecnología	Biorrefinería- Bioproductos	Riego. Eficiencia Energética	Incremento de la Eficiencia en la cadena de valor	Ecosistema de servicio		
Afecta practicas de estudiantes	6	2	1	1	0	0	10	18%
Compras por caja chica	0	4	0	0	0	0	4	7%
Con proyectos funcionando bien	1	2	0	0	0	0	3	5%
COVID 19 dio oportunidad de nuevos mercados	1	0	0	0	1	0	2	4%
Mejoramiento eco servicio	0	0	0	0	0	1	1	2%
Certificación organica	0	1	1	0	0	0	2	4%
Se puede ampliar la oferta en el mercado	1	0	0	0	0	0	1	2%
Involucrar al estudiantado en los procesos y la actividad de extensión	0	3	0	0	0	0	3	5%
Ampliar el area de diagnostico	0	1	0	0	0	0	1	2%
Resiliencia	1	0	0	0	0	0	1	2%
Experimentando en extracción de sustancias	1	0	0	0	0	0	1	2%
Contaminación pesquera disminuida, mitigada, bioproductos generados	0	0	0	0	1	0	1	2%
Aprovechar la biomasa residual del café	1	0	0	0	0	0	1	2%
Disminución del consumo de combustibles fósiles y de lata de arboles	1	0	1	0	0	0	2	4%
Lugares limpios de escombros	0	0	1	0	0	0	1	2%
Lograr materiales con calidad y especificaciones requeridas	0	0	1	0	0	0	1	2%
Creación de materiales innovadores	0	0	3	0	0	0	3	5%
Hace falta mas investigación, recursos economicos, infraestructura	0	1	0	0	0	0	1	2%
Gas pobre para generar energía eléctrica	0	0	1	0	0	0	1	2%
Ingresos extras por la venta de biomasa arborea para los ingenios	0	0	0	1	0	0	1	2%
Pozos se están secando	1	0	0	0	0	0	1	2%
Se puede perder la Cepa	1	0	0	0	0	0	1	2%
Se puede perder el pie de cría	1	0	0	0	0	0	1	2%
Necesidad de reconstruir infraestructura para abonos organicos	4	0	0	0	0	0	4	7%
Poca demanda	3	0	0	0	0	0	3	5%
Necesidad de trabajo interdisciplinario e interinstitucional	4	0	0	0	0	0	4	7%
	27	14	9	2	2	1	55	100%

Elaboración propia

TABLA 11  
Lecciones aprendidas por Sendero productivo de la bioeconomía

Lecciones aprendidas	Sendero productivo de la bioeconomía						Total	%
	Ecointensifica cion	Aplicaciones de biotecnología	Biorrefinería- Bioproductos	Riego, Eficiencia Energética	la Eficiencia en la cadena de valor	Ecosistema de servicio		
Mejorar los procesos de adquisición	7	2	2	1	1	0	13	24%
Mantener inventarios de materiales	0	5	0	0	0	0	5	9%
Trabajar con la comunidad y la buena disposición de las instituciones del estado. Certificaciones y Acreditaciones.	2	0	0	0	0	0	2	4%
La demanda a bajado, los equipos son anticuados, cooperación con CISTA	0	1	0	0	1	0	2	4%
Mejorar comunicación por redes sociales	1	0	0	0	0	0	1	2%
Mejorar las condiciones de servicio eco sistémico	1	0	0	0	0	1	2	4%
Convertirse en una cooperativa	0	0	1	0	0	0	1	2%
Se debe sistematizar las buenas prácticas de manufacturas	1	0	0	1	0	0	2	4%
Dar roles académicos a la participación estudiantil en las acciones de extensión	2	0	0	0	0	0	2	4%
Aumentar los ingresos propios	0	1	0	0	0	0	1	2%
Continuar la experimentación con apoyo de estudiantes y productores	1	0	0	0	0	0	1	2%
Uso combinado de mejora genética, manejo de cultivo y biocontroladores	0	1	0	0	0	0	1	2%
Incremento de la eficiencia de la cadena de valor del café aprovechando su biomasa residual	1	0	0	0	0	0	1	2%
Ahorro en consumo de leña y combustibles fósiles	1	0	1	0	0	0	2	4%
Busqueda de socios para financiamiento e involucrar más personal en los proyectos	0	0	1	0	0	0	1	2%
Las pruebas y ensayos realizados son positivos involucra docentes y estudiantes de manera innovadora	0	0	3	0	0	0	3	5%
Es factible el uso de coenzimas para fabricar materiales de construcción	0	1	0	0	0	0	1	2%
Identificadas dificultades en equipos con biomasa calorimétrica	0	0	1	0	0	0	1	2%
Todo lo producido se distribuye en comedores infantiles	1	0	0	0	0	0	1	2%
Resgado en sílica gel	1	0	0	0	0	0	1	2%
Recolectar en campo y mantener	1	0	0	0	0	0	1	2%
No existe una norma para los procesos de abonos orgánicos	4	0	0	0	0	0	4	7%
Contribuye a la investigación y la docencia	3	0	0	0	0	0	3	5%
Se han ordenado y validado protocolos en laboratorios	0	3	0	0	0	0	3	5%
	27	14	9	2	2	1	55	100%

Elaboración propia