



## IBERO-AMERICAN PROGRAMME FOR SCIENCE, TECHNOLOGY AND DEVELOPMENT

### IBERO-AMERICAN NETWORK OF BIOECONOMICS AND CLIMATE CHANGE



## 2.1 The Bioeconomy: A new perspective of the Economic

Carlos Alberto Zúñiga González, Ph.D.\*; Rafaela Dios Palomares; Raúl A. Rangel Cura, M.Sc.†; Ariel Aguilar‡; Noel Ernesto Blanco Roa, Ph.D.§; Doctorando Pedro José Toruño¶; Wilber Salazar Antón, Ph.D.††; Doctorando Álvaro José Caballero Hernández§§

### Abstract

The present study was a Bioeconomy approach review in its applicability to production systems. This research literature was reviewed for bioeconomy evolution, classification in the production sectors of the economy, and instruments to measure efficiency and productivity. Unlike other studies, this review was focused on production systems and production processes impact on climate change

The study concluded the need to strengthen a political agenda to integrate this new epistemology in the process of improving the productivity of sectors productive to face challenges future such as the growing demand for food, changes of climate change, so fossil fuels end, restrictions on the availability and quality of water, soil and biodiversity resources.

**Jel Classification:** Q:1, Q:16, Q:43, Q:57

**Key words:** Bioeconomy, Climate Change, Productive Path, Biotecnology, Energic Efficiency

\* Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Centro de Investigación en Ciencias Agrarias y Economía Aplicada. Email: czuniga@ct.unanleon.edu.ni Teléfono: 00 (505) 84976448.

† Universidad de Córdoba. Grupo de eficiencia y productividad de la universidad de cordoba. Email: ma1dipar@uco.es. Teléfono: + 34 957 21 84 79.

‡ Instituto de Geografía Tropical. Email: rauri@geotech.cu. Teléfono: 00 (537) 8321108

§ Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Centro de Investigación en Ciencias Agrarias y Economía Aplicada. Laboratorio de Fisiología Animal. Teléfono: 00 (505) 86238835. Email: ajagui2002@yahoo.com.

\*\* Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Centro de Investigación en Ciencias Agrarias y Economía Aplicada. Facultad de Medicina Veterinaria. Teléfono: 00 (505) 87363091 Email: nblanco@mv.unanleon.edu.ni

†† Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Centro de Investigación en Ciencias Agrarias y Economía Aplicada. Email: pjoseto@gmail.com

††† Universidad de Córdoba. Grupo de eficiencia y productividad de la universidad de cordoba. Email: ma1dipar@uco.es. Teléfono: + 34 957 21 84 79.

‡‡ Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Centro de Investigación en Ciencias Agrarias y Economía Aplicada. Laboratorio de Fitopatología. Teléfono: 85152627 Email: wsalazar\_a@yahoo.com

§§ Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Centro de Investigación en Ciencias Agrarias y Economía Aplicada. Teléfono: 84232404 Email: alvro\_caballero@yahoo.es





PROGRAMA IBEROAMERICANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO  
RED IBEROAMERICANA DE BIOECONOMÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO



## 2.1 La Bioeconomía: Una nueva perspectiva de la Economía

Carlos Alberto Zúniga González, Ph.D.<sup>1</sup>; Rafaela Dios Palomares<sup>2</sup>; Raúl A. Rangel Cura, M.Sc.<sup>3</sup>; Ariel Aguilar<sup>4</sup>; Noel Ernesto Blanco Roa, Ph.D.<sup>5</sup>; Doctorando Pedro José Toruño<sup>6</sup>; Wilber Salazar Antón, Ph.D.<sup>7</sup>; Doctorando Álvaro José Caballero Hernández<sup>8</sup>

### Resumen

El presente estudio es una revisión de los enfoques de Bioeconomía en su aplicabilidad a los sistemas de producción. En la investigación se revisó la literatura sobre bioeconomía su evolución, su clasificación en los sectores de producción de la economía, y los instrumentos para medir su productividad y eficiencia. A diferencia de otros estudios la revisión se centra en los sistemas de producción y el impacto del cambio climático en los procesos de producción.

La investigación concluye la necesidad de fortalecer una agenda política para integrar a esta nueva epistemología en los procesos de mejorar la productividad de los senderos productivos de cara a los desafíos del futuro como es la demanda creciente de alimentos, las variaciones del cambio climático, fin de los combustibles fósiles, las restricciones de disponibilidad y calidad de los recursos agua, suelo y biodiversidad.

**Jel Classification:** Q:1, Q:16, Q:43, Q:57

**Palabras Clave:** Bioeconomía, Cambio Climático, Senderos productivos, Biotecnología, Eficiencia Energética

\* Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Centro de Investigación en Ciencias Agrarias y Economía Aplicada. Email: czuniga@ct.unanleon.edu.ni Teléfono: 00 (505) 84976448.

† Universidad de Córdoba. Grupo de eficiencia y productividad de la universidad de córdoba. Email: ma1dipar@uco.es, Teléfono: + 34 957 21 84 79.

‡ Instituto de Geografía Tropical. Email: rauri@geotech.cu, Teléfono: 00 (537) 8321108

§ Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Centro de Investigación en Ciencias Agrarias y Economía Aplicada. Laboratorio de Fisiología Animal. Teléfono: 00 (505) 86238835. Email: ajagui2002@yahoo.com.

\*\* Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Centro de Investigación en Ciencias Agrarias y Economía Aplicada. Facultad de Medicina Veterinaria. Teléfono: 00 (505) 87363091 Email: nblanco@mv.unanleon.edu.ni

†† Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Centro de Investigación en Ciencias Agrarias y Economía Aplicada. Email: pjoseto@gmail.com

‡‡ Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Centro de Investigación en Ciencias Agrarias y Economía Aplicada. Laboratorio de Fitopatología. Teléfono: 85152627 Email: wsalazar\_a@yahoo.com

§§ Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Centro de Investigación en Ciencias Agrarias y Economía Aplicada. Teléfono: 84232404 Email: alvro\_caballero@yahoo.es



## I. Introducción

El tema de la bioeconomía en Iberoamérica se ha venido desarrollando con experiencias en Europa como en algunos países de Asia, también en E.U., Brasil con los biocombustible, Costa Rica con la valorización de la Biodiversidad, donde la política y la dimensión institucional son elementos claves en la transición de la perspectiva de la economía convencional a la bioeconomía-basada (Trigo, 2013).

Se prevé para el 2030 un crecimiento demográfico mundial del 28 % respecto al 2005: la población ha ido incrementando de 6.500 millones a 8.300 millones. De igual manera, se espera que la renta global per cápita aumente un 57 %, pasando de 5.900 USD a 8.600 USD. La población mundial, más rica y numerosa, demandará servicios sanitarios destinados a mejorar y a largar la calidad y esperanza de vida, además cada vez más recursos naturales básicos como alimentos, fibras, textiles para la indumentaria y el hogar, agua limpia y energía. Al mismo tiempo, muchos de los ecosistemas que abastecen las sociedades humanas ya están sobre explotados o son insostenibles. El cambio climático podría agravar estos problemas medioambientales, afectando los suministros de agua y la productividad agrícola Sawaya, (2010). Ante el aumento considerable de la demanda y la extracción de combustibles fósiles y de minerales experimentado desde la década de los cincuenta, la respuesta esperada de las cotizaciones de estos bienes en los mercados internacionales debería haber corrido pareja con el incremento de su agotamiento y consumo, señalando —de paso—, la creciente escasez de los mismos. Sin embargo, salvo contadas excepciones como la de los años 1973, 1979, 2000 y 2005, la evolución del carbón, del petróleo del hierro y del resto de metales no férricos se ha saldado con caídas continuadas de las cotizaciones con leves repuntes coyunturales. Agregamos, crecientes restricciones en cuanto a disponibilidad y calidad de agua, suelos y biodiversidad. En este contexto surge dos situaciones críticas como lo mencionara el profesor Eduardo Trigo, una es el creciente consenso político y la segunda es la consolidación de una base científica que parece ofrecer alternativas conocida como la industria de la biomasa.

En la asimetría de baja entropía, por un lado la energía solar ancestral versus el agotamiento de las reservas fósiles, que en el nuevo contexto la actual energía solar genera un proceso de utilización a través de la biomasa generando bio refinería versus refinerías de petróleo.

América Latina y el Caribe representan un enorme potencial en cuanto a la disponibilidad de recursos como tierras, agua, biodiversidad con probada eficiencia en la producción de alimentos y biomasa. Esto implica jugar un rol activo en la seguridad alimentaria y como un garante de la calidad ambiental. Brazil, se ha constituido en un líder para la producción de Bioenergía, Argentina en biodiesel. Este tema parece cobrar importancia para los países sin avizorar la contradicción o el conflicto con los alimentos, sin embargo este tema es reversible en los países subdesarrollados como en el caso de Centro América.

Para el 2006, según explica el profesor Trigo ALC se ha desarrollado experiencia en la Eco intensificación Brazil con 25, 502 ha, Argentina con 18,269, Paragua con 1, 700, y así Bolivia, Venezuela, Uruguay, Chile, y Colombia. Donde el uno de inoculantes, biopesticidas y biofertilizantes son utilizados como microorganismos para mejorar la producción.

De igual manera, en la región se ha desarrollado experiencia en la exploración de la biodiversidad, desarrollo de nuevos productos y mercados. Y finalmente, las experiencias por servicios ambientales como captura de emisiones de GEI, Ecoturismo.

El presente estudio tiene como meta analizar los aportes en el conocimiento de la Bioeconomía y el cambio climático

En este contexto el artículo se focaliza en contribuir a la discusión de la definición de Bioeconomía considerando la disponibilidad de recursos de Iberoamérica y cuál debería ser la relación con los sistemas de producción agrarios de cara a las variaciones del cambio climático. Como en tal sentido, este documento es organizado en cinco secciones adicional a esta introducción. La segunda sección es una breve discusión de los conceptos de Bioeconomía y su enfoque. La estructura de los sectores y su clasificación desde la perspectiva de la Bioeconomía se discute en la tercera sección. Los senderos productivos se describen brevemente en la sección IV. Una breve descripción y aplicaciones de energía renovable y eficiencia energética se aborda en la sección IV. Los instrumentos de medición de la bioeconomía se analizan brevemente en la sección VI. Finalmente, en la sección VII se hace una conclusión y discusión de los principales temas analizados en esta investigación.

## II. El concepto de Bioeconomía y su enfoque

En la revisión de la literatura encontramos 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), inicia 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.

El enfoque parte de los conceptos de órganos endosomáticos y exosomáticos. El primero está referido a los órganos que están acompañando a todo ser vivo desde su nacimiento hasta su muerte como son los brazos, las piernas, ojos, manos, etc.,. Y el segundo se explica cuando la humanidad desarrolla la capacidad de vencer las restricciones biológicas propias.

Los equilibrios en la bioeconomía dependen de múltiples aspectos asimétricos que remiten a las dos fuentes básicas de donde procede la baja entropía: la radiación solar, y la energía procedente de los recursos minerales localizados en la corteza terrestre (Carpintero, 2005). Carpintero ejemplifica esta desigualdad con la siguiente ecuación  $S = r \times t$ , donde  $S$  representa el stock,  $r$  la tasa media a la que puede desacumularse y  $t$  se corresponde con la duración de la especie. Demostrando que cuanto más rápido decidamos desacumular  $S$  más corto será  $t$ . Ahora bien,  $r$  puede aumentar por dos razones. En primer lugar, la población puede aumentar. En segundo lugar, para el mismo tamaño de la población podemos acelerar la desacumulación de los recursos de la Naturaleza para satisfacer necesidades creadas por el hombre, por lo general, necesidades extravagantes. La conclusión es evidente (...) todo niño nacido ahora significa una vida humana menos en el futuro. Pero también, que todo automóvil Cadillac producido en cualquier momento significa menos vidas en el futuro. Hasta hoy, el precio del progreso tecnológico ha significado un cambio desde la fuente de baja entropía más abundante —la radiación solar— a la menos abundante —los recursos minerales de la tierra (Georgescu-Roegen 1971 [1996], p. 377).

El concepto de Bioeconomía modernamente se ha venido trabajando en América Latina por el Grupo ALCUENET\*. EC, (2005) la define 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 OECD, (2006) 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 y más recientemente EC, (2012) la define 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 define: la bio-economía comprende 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.

### **III. Los sectores de la Economía Biobasada (Bioeconomía)**

De acuerdo a la perspectiva de la economía bio-basada, el caso Canadiense basado en el sistema de clasificación de la industria americana (NAICS, por sus siglas en inglés) pudiese ser un ejemplo a discutir, (Pellerin, 2008). Entonces, podemos decir que los sectores de la Economía Bio basada se clasifica en:

#### **1. Salud**

Comprende productos de cuidado de la salud y asistencia social, es decir Actividades sociales y de salud de no mercado.

#### **2. Producción de cultivos**

Son las actividades de la manufactura de granos y aceites de semilla. De mercado: beneficio de café, cultivo de caña de azúcar, cultivo de maíz, cultivo de frijol, cultivo de arroz en granza, cultivo de sorgo, cultivo de soya, cultivo de maní, cultivo de ajonjolí, cultivo de tabaco sin elaborar, nuevas plantaciones de pasto.

\* Es un proyecto fundado hace 4 años y medio por el 7mo Programa Marco de la Unión Europea, el cual inicio en Diciembre 2012. El consorcio está compuesto de 19 instituciones, ocho de la Unión Europea y once de América Latina y el Caribe, representando a inversionista de los gobiernos y la investigación. Su principal meta es fortalecer un dialogo sostenible birregional de Ciencia y Tecnología entre europeos y latinoamericanos.

3. Bio-procesos usados en cultivos

Extracción de oro y plata.

4. Manufactura de medicina y farmacéutica

Elaboración de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos.

5. Otras manufacturas de química orgánica

Elaboración de productos químicos básicos, Elaboración de jabones y detergentes, preparados para limpiar y pulir, perfumes y preparados de tocador, Elaboración de otros productos químicos, industria local, Elaboración de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos.

6. Ácidos orgánicos y derivados y Alcohol peróxidos y Ethers

Elaboración de productos de petróleo refinados

7. Cervezas, Vinos y destilerías

Elaboración de alcohol etílico y otros alcoholes, Elaboración de licores de malta y malta, Elaboración de bebidas no alcohólicas, producción de aguas minerales.

#### **IV. Los senderos productivos de la Bioeconomía**

Por otra parte, en los artículos científicos (working papers) de ALCUENET se ha identificado “senderos productivos” que conducen a producir más con menos y a reducir el impacto ambiental, aunque los procesos como los autores señalan están en proceso de maduración (Trigo, 2013). El potencial es enorme en disponibilidad de recursos como tierras, agua, biodiversidad, todo ello con probada productividad y eficiencia en la generación de Biomasa y Alimentos principios básicos de la Bioeconomía. En tal sentido, a nivel global la bioeconomía juega dos roles importantes uno es garantizar la seguridad alimentaria y nutricional y la segunda es proveer de bienes públicos globales con calidad ambiental. Más allá de estos aspectos, se comienza a evidenciar logros y experiencias concretas tales como, el liderazgo de Brazil en el tema de Bioenergía, Biodiesel en Argentina, aunque ya en casi todos los países crece la bioenergía sin que se evidencie conflicto con los alimentos. Consideramos pertinente que en las variaciones del cambio climático y la búsqueda de una mayor productividad de los sistemas de producción, los productores agrarios puedan identificarse con estos senderos, sin embargo el conocimiento científico

y la aplicación de la biotecnología a estos sistemas también tienen que ser madurados tanto desde la perspectiva de la experimentación como del conocimiento científico y la innovación, es decir adaptarse al cambio de la economía convencional a la bioeconomía. Haremos una breve explicación conceptual de estos senderos en función de los sistemas de producción y el cambio climático:

**1. Explotación de los recursos de la biodiversidad:** Los autores definen este sendero productivo como los escenarios donde los diferentes elementos de la biodiversidad se valorizan. En este sector ya existen experiencias importantes para el desarrollo de nuevos productos, el 75 % de la población mundial depende de medicinas naturales (India, 7000 especies), 80 % de los alimentos provienen de 12 especies de las 30,000 plantas comestibles que existen. ALC es una de las regiones del planeta con los mayores centros de biodiversidad. Algunos ejemplos son Ucaria tomentosa, uña de gato en Perú útiles para el tratamiento de artritis, úlcera, así mismo la *Polypodium decumanum* o Calaguala en Honduras.

El concepto de biodiversidad es relativamente reciente, puesto que su uso se difundió en la década de los noventa. Según el Convenio sobre Diversidad Biológica aprobado en Río de Janeiro en 1992, esta es su definición: “La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas” (Wilson, 1988).

La Biodiversidad es también llamada diversidad biológica, y se explica como el término por el que se hace referencia a la amplia variedad de seres vivos sobre la Tierra y los patrones naturales que la conforman, resultado de miles de millones de años de Evolución según procesos naturales y también, de la influencia creciente de las actividades del ser humano. La biodiversidad comprende igualmente la variedad de ecosistemas y las diferencias genéticas dentro de cada especie que permiten la combinación de múltiples formas de vida, y cuyas mutuas interacciones y con el resto del entorno, fundamentan el sustento de la vida sobre el planeta.

La Cumbre de la Tierra celebrada por Naciones Unidas en Río de Janeiro en 1992 reconoció la necesidad mundial de conciliar la preservación futura de la biodiversidad con el progreso humano según criterios de sostenibilidad o sustentabilidad promulgados en el Convenio internacional



sobre la Diversidad Biológica que fue aprobado en Nairobi el 22 de mayo de 1972, fecha posteriormente declarada por la Asamblea General de la ONU como Día Internacional de la Biodiversidad. Con esta misma intención, el año 2010 fue declarado Año Internacional de la Diversidad Biológica por la 61ª sesión de la Asamblea General de las Naciones Unidas en 2006, coincidiendo con la fecha del Objetivo Biodiversidad 2010.

Ahora bien, cuando hacemos valoraciones económicas de la Biodiversidad estamos enfocando la Bioeconomía como una actividad ambiental y productiva económicamente. Ejemplos de este tipo de actividad es el trabajo de Méndez (2005) que estudio los Medios de vida y conservación de la biodiversidad arbórea: las experiencias de las cooperativas cafetaleras en El Salvador y Nicaragua. En sus conclusiones valoran que en Nicaragua, los agricultores reportan como beneficios principales de los árboles de sombra, la madera para construcción, la sombra, la leña y los frutos, además de su uso contra ciertas dolencias (como productos medicinales). Los caficultores reconocen que los mismos árboles constituyen el hábitat de aves, orquídeas y animales, y para algunos productores representan un ingreso adicional a través de un proyecto de agroecoturismo. Un caficultor recibe aproximadamente US\$ 10 por dar alojamiento y alimentación a un visitante en su finca, algo que sucede con relativa frecuencia. CECOCAFEN y la Unión de Cooperativas de San Ramón también han trabajado con las cooperativas de base para ofrecer préstamos a los proveedores del turismo, como los créditos que han sido invertidos en mejorar las condiciones de las viviendas (incluyendo la instalación de pisos de cemento, nuevos cuartos y materiales para el techo). Por otro lado, los productores de café orgánico certificado y del comercio justo están buscando una alternativa para aumentar sus precios a través de compensaciones por conservar la diversidad de árboles de sombra.

Otro ejemplo, es la valorización de los manglares (Calderón, 2009). El autor hace sus principales conclusiones: Una de las principales razones de la pérdida de manglares es la aplicación de políticas económicas productivas, orientadas a la obtención de ganancias a corto plazo. La falta de planes para su manejo, la limitada planificación y ordenamiento de actividades productivas y el desconocimiento para determinar el valor ecológico y económico de los bienes públicos, son también causas importantes de su desaparición. Actualmente, hay alternativas de manejo sostenible ya en práctica en regiones que pueden proteger el mangle y proveer una fuente de empleo sólida para la gente de la localidad. La silvopesca —una forma de acuicultura sostenible con insumos bajos para el cultivo integrado de

manglares con acuicultura de agua salobre– combina la reforestación o retención de mangle, con técnicas acuícolas de bajo impacto. En países en desarrollo, donde los costos de conservación pueden parecer mucho más altos que las ganancias potenciales de la conversión a otros usos productivos de la tierra, representa una opción importante. Entre los beneficios que proveen los manglares se encuentran su importante contribución a la cadena trófica costera, su apoyo a las pesquerías, ser zona de alimentación, refugio y crecimiento de juveniles de crustáceos y peces, incluyendo especies amenazadas, en peligro de extinción, endémicas y migratorias. Funcionan, además como sistemas naturales de amortiguamiento en inundaciones e intrusión salina. Previenen la erosión de las costas, y hacen las veces de filtros biológicos al remover nutrientes y toxinas, como alimento, combustible, amortiguadores de radiación solar, creación de suelos, entre otros servicios. Es importante involucrar a más actores sociales en acciones de conservación, restauración y monitoreo del bosque de mangles. Parte importante del diagnóstico es el estudio de los índices de regeneración natural en las zonas de mayor interacción de las lagunas, además de la composición del bosque de mangles en la zona y un panorama general de los servicios del ecosistema. La experiencia ha demostrado que, en lo referente a sistemas naturales, siempre es más valioso conservar que reponer.

**2. Eco intensificación:** Refieren a las prácticas agronómicas dirigidas a mejorar el rendimiento ambiental de las actividades agrícolas sin sacrificar los niveles de producción /productividad existentes. Un indicador clave es la siembra directa, así podemos mencionar, por lo menos al 2006 a Brazil, Argentina, Paraguay, Bolivia, Venezuela, Chile y Colombia, según datos de la FAO evidencia esta afirmación.

Para entender la Eointensificación, es importante definir el uso de microorganismo para mejorar la producción con buenas prácticas agrícolas, bio-inoculantes, biorremediación, sistemas agrosilvopastoriles.

El uso de microorganismo implica la aplicación de biofertilizantes en la agricultura, el uso combinado de microorganismos benéficos y productos bioactivos como alternativa para la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill), uso de microorganismos antagonistas en el control de enfermedades postcosecha en frutos, abonos orgánicos, uso de microorganismos endófitos en plantas como perspectiva para el mejoramiento de la producción vegetal, inoculantes microbianos, entre otros usos. En la producción animal el uso de microorganismos

marcadores para la evaluación de las condiciones higiénico-sanitarias en la producción primaria de leche.

En bio inoculantes como la producción de bacterias fijadoras de nitrógeno (*Azobacter*, *Bacillus*, y *Psudomonas*), en medio líquido a base de melaza, para su aplicación en el cultivo de caña (Agüero, 2009).

La biorremediación está referida al uso de microorganismos (microbiológica, química y eco toxicológica) para la biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos de igual manera técnicas biológicas para la biorremediación en lodos de refinerías.

La actividad agrosilvopastoriles es un sistema que está integrado por la vegetación arbórea nativa, tanto de especies leguminosas, como no leguminosas, con características nutricionales, tanto del follaje como de los frutos. De igual manera, se considera la descripción del sistema silvopastoril. Está destinado a la mejora de la alimentación ganadera y la conservación del medio ambiente.

La intensificación ecológica es articulada por Cassman (1999), Tittonell y Giller (2013) y Doré et ál. (2011) en los principios y medidas necesarias para incrementar la productividad primaria en los agro ecosistemas del mundo, logrando el aumento de los outputs como alimentos, fibras, servicios eco sistémicos y biomasa para la producción de energías limpias y renovables. Mientras, se reduce el uso y necesidades de los inputs externos como son los agroquímicos, hidrocarburos y plásticos. De esta manera, se alcanza la capitalización de los procesos ecológicos que soportan y regulan la productividad primaria, dinamizadas y fundamentada en la agricultura ecológica y orgánica. Con avances científicos en una agricultura de precisión en los campos de la fisiológica de las plantas, ecofisiología de los cultivos y la ciencia de los suelos.

La tendencia del componente intensificación está dirigida a contribuir a los medios de vida de los pequeños y medianos agricultores y una economía de nación donde se aumenten las multifuncionalidades de los agroecosistemas que los rodea y disminuyan los input externos. Esto se logra con mayor promoción de enmiendas orgánicas (compost, bokashi, lombriabono), microorganismo eficientes, hongos emtomopatogenos, hongos y bacterias endofiticos, semillas criollas, aumento de las agrobiodiversidad, cooperativismo de los actores principales, aumento de las energías renovables biomasicas, eólicas, hidráulicas y solares.

Alcanzando un ciclaje mayor de nutrientes en el suelo, aumento de la materia orgánica, regulación de las poblaciones de plagas, enfermedades y malezas (Haggar et ál. 2001; Sarandón y Flores 2009; Leyva y Lores 2012; Sánchez et ál. 2012).

Lograr en un futuro inmediato el aumento del control biológico, reemplazando paulatinamente los agroquímicos. Esto es altamente significativo en la sustentabilidad de los agroecosistemas y cambio de paradigmas para una alta productividad.

**3. Aplicaciones de Biotecnología:** Los autores incluyen la cultura de tejido industrial, selección asistida de marcadores en cultivos y ganadería, plantas y semillas genéticamente modificadas, mejoramiento de la reproducción animal a través de técnicas moleculares, enzimas modificadas, microorganismos y levadura, entre otros.

#### Cultivos In vitro e inmersión temporal

Los cultivos in vitro son técnicas extensiva desarrolladas y aplicadas en más de 1000 especies, incluyendo los cultivos tropicales; siendo los de mayor relevancia la yuca, café, cacao, banano, papa, tomate, maíz, forestales, ornamentales y plantas exóticas. La técnica de los cultivos in vitro son importante para la colección, almacenamiento y multiplicación de germoplasma recalcitrante y especies de propagación vegetativa. Su importante radica de los años 60, para producir en masa las plantas en los laboratorios de biotecnología (Engelmann, 1991; Cañal et ál. 2001). Las ventajas de los cultivos de tejidos son:

- Los rangos de multiplicación son altos
- Libre de hongos, bacterias y virus Fito patogénicos (después de la termoterapia y la indexación) y plagas insectiles.
- Producción del stock de platas limpias de patógenos
- Menor espacio para su producción en masa
- Reducción de la erosión genética.
- Reducción de las labores de manejo en el invernadero

Además, los cultivos in vitro facilitan el intercambio internacional de germoplasma. Y de vital importancia para los países subdesarrollados,

porque sus semillas pueden ser generadas en biofabricas con las condiciones óptimas para aumentar la productividad y la inocuidad del material que se le está distribuyendo a los pequeños productores.

Otra técnica que ha venido a revolucionar la biotecnología es la Inmersión temporal, que en comparación con la micropropagación con medios de cultivos semisólidos, esta inmersión temporal aumenta los output y disminuye los input Escalona, (2006). Ya que la proliferación de las plantas es mayor presentando una mayor eficiencia en la nutrición de los tejidos en el cámara de inmersión, donde hay un contacto directo de los tejidos con el medio semilíquido. Por más de 20 años esta técnica ha sido importante a nivel importante para la micropropagación de tejidos vegetales.

**4. Bio-refinerías y bio-productos:** Trigo et al., (2013) definen estos conceptos como claves en la bioeconomía. Las bio-refinerías son instalaciones que transforman la biomasa en un amplio espectro de productos comerciables y energía.

En Argentina se plantea, que presenta condiciones favorables para transformarse en uno de los principales polos mundiales de producción de biodiesel, con presencia significativa en el mercado internacional. Cuenta con amplias condiciones agroecológicas para el cultivo de oleaginosas, altos saldos exportables en sus materias primas de disponibilidad inmediata. Por su parte Brasil es productor de biodiesel desde el 2005, año en el cual el Gobierno Federal lanza el Programa Nacional de Producción y Uso de Biodiesel (PNPB). El caso de Chile es que no se conoce hasta el momento cifras significativas de producción de biodiesel. La producción de aceite del país se basa principalmente en dos cultivos: la colza y el girasol. En Paraguay el grupo de políticas públicas en agroenergía del Consejo Agropecuario del Sur, se evidenció en marzo del 2008 que la producción nacional de biocombustibles ha tenido un crecimiento sostenido, basado en las inversiones que se han realizado en el ámbito agrícola, ganadero e industrial. Las principales fuentes son de origen vegetal en el cultivo de soya (*Glycine max*), algodón (*Gossypium hirsutum*), colza o canola (*Brassica napus*), Sésamo (*Sesamum indicum*), girasol (*Helianthus annuus L.*), maní (*Arachis hypogaea L.*), Tártago (*Ricinus communis*), Tung (*Aleurites forii*).

En Colombia, se disponen de tres plantas para la producción de biodiesel y con perspectiva de crecimiento. La materia prima son principalmente fuentes vegetales de aceite como palma aceitera, cocotero, higuerita,

aguacate, *Jatropha*, colza, maní, soya y girasol. El caso de Costa Rica está en dependencia de la capacidad industrial del conglomerado de biodiesel ligada al clima de confianza que se brinda a los inversionistas. El Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET), propicia estas condiciones con la publicación de decretos regulatorios que norma la cadena de valor de los biocombustibles, incluidos eslabones de investigación y desarrollo, agrícola, industrial y comercial, motivando con ello la aparición de iniciativas que pretendan incursionar en la producción de biocombustibles. El caso de Nicaragua, plantea una gran posibilidad de expandir la producción de biodiesel, mediante el incremento del área dedicada a la producción de cultivos oleaginosos, como el Tempate (*Jatropha curcas*, Higuera (*Ricinus communis*), Palma Africana (*Elaeis guineensis*), Jícaro (*Crscentia alata*). Por otra parte, el ministerio de energía y minas considera en su planificación expandir esta producción en los próximos años. Bolivia, Ecuador, Perú, Belice, El Salvador, Guatemala, Panamá y otros de la región tienen un incipiente desarrollo agro energético y algunos no registran estadísticas de exportaciones o importación de estos rubros (IICA, 2010).

Moreno (2012), plantea que los frecuentes fenómenos provocados por el cambio climático de orden global, derivado del uso de combustibles fósiles y la eliminación de cubiertas vegetales, han propiciado la negociación internacional de compromisos de reducción de emisiones y otras medidas para mitigar el aumento del calentamiento global, principalmente por parte de los países industrializados. Entre las alternativas de limitación, se ha propuesto acreditar la captura y limitación de emisiones de carbono, uno de los principales Gases Efecto Invernadero (GEI), en ecosistemas forestales.

En Chile los modelos que mejor se ajustaron fueron  $C = eb_0 \text{ dap}^{b_1} \text{ hb}^2$  y  $C = b_0 + b_1 (\text{dap}^2 \text{ h})$ , donde  $C$  es el contenido de carbono (TonC/ha), la variable  $\text{dap}$  es el diámetro a la altura del pecho y  $h$  es altura. Sus coeficientes de determinación ajustado fueron para  $\text{dap} < a \text{ 80 cm}$  0,94 y 0,94 respectivamente y para  $\text{dap} > a \text{ 80 cm}$  sus coeficientes fueron 0,99 y 0,98. Luego de la determinación de la capacidad de captura de carbono para este tipo forestal, se determinaron sus edades de rotación con respecto a la producción de madera que fue a los 46 años y si consideramos la captura de carbono y conservación de la diversidad más las bonificaciones contempladas en la legislación chilena para manejo de bosques autóctonos, los turnos óptimos quedan determinados a los 49 y 52 años respectivamente.

**5. Mejorando la eficiencia en la cadena de valor:** Indican los autores que este concepto lleva implícito un conflicto por la posibilidad de satisfacer la creciente demanda de alimentos y fibras sin un aumento proporcional en la utilización de la tierra agrícola, por el costo de oportunidad por la producción de biomasa para reemplazar el uso actual de recursos.

El análisis de la cadena de valor permite optimizar el proceso productivo, ya que puede apreciarse al detalle y en cada paso. El funcionamiento de las unidades de producción en cada subsistema en cada sector productivo de la Bioeconomía. Ahora bien, esto implica reducción de costos a partir del uso eficiente de la Biomasa como recurso natural disponibles y en algunos casos considerados desechos. De esta manera, toda unidad productiva consigue ampliar su margen. Por otra parte, el mejorar la eficiencia de la cadena de valor posibilita lograr una ventaja estratégica, porque permite la oportunidad de generar una propuesta de valor que resulte única en el mercado. En tal sentido, este sector productivo se puede manifestar en cualquiera de los sectores de la bioeconomía. En particular, se pueden mencionar cuatro aspectos influyentes en la eficiencia de la cadena de valor. El primer elemento es la integración y relacionado a todos los sectores productivos de la bioeconomía. El segundo elemento es el panorama de la biotecnología definido por la OECD<sup>†</sup> la aplicación de los principios de la ciencia y la ingeniería al tratamiento de materias por agentes biológicos en la producción de bienes y servicios, aquí es importante mencionar a los sectores de la economía Biobasada, referido anteriormente en la sección III. El tercer elemento es el panorama de segmento. Concretamente nos referimos a las variaciones que se pueden ver afectadas tanto por el producto generado por Biorefinerías en concreto y los compradores. Y finalmente, es el panorama geográfico. Esto lleva implícito las ventajas comparativas que refiere David Ricardo. Todos los países tienen diferentes recursos y en base a ello se construye el potencial para ofertar y desarrollar las cadenas de valor.

Un ejemplo puede ser el Caso de Cuba con las experiencias del proyecto BASAL<sup>‡</sup> quien realiza intervenciones para el incremento de la eficiencia energética y el uso de fuentes renovables de energía. En estas acciones se identificaron las acciones en que se trabajara el próximo año, unas para ser implementadas y otras para ser fundamentadas. Existen inversiones para el uso de la cascara de arroz como combustible, la instalación de sistemas

<sup>†</sup> Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 1982.

<sup>‡</sup> Proyecto Bases Ambientales para la Sostenibilidad Alimentaria Local, es un proyecto de adaptación al cambio climático en el sector agropecuario implementado en Cuba.

para la producción y uso de biogás y el completamiento e incremento de la eficiencia energética en sistemas de riego y abasto de agua. El caso del aprovechamiento energético de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y la producción de biodiesel, compost y bioabonos. Así mismo, el estudio de la estructura de costos para la producción de biodiesel por tonelada de papa producida.

En el caso de Nicaragua un ejemplo de la eficiencia de la cadena de valor es el estudio que se lleva en el Centro de Investigación de Ciencias Agrarias y Economía Aplicada, de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la UNAN – León. La Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL), Con la entrada en funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS) de la ciudad de Managua se espera una reducción significativa de las descargas de aguas servidas al Lago Xolotlán, se realiza de forma simultánea la rehabilitación y ampliación de la red de alcantarillado sanitario, posibilitando así la expansión de la conexión domiciliar y el aumento de la cobertura, con los consiguientes beneficios en salud y nivel de vida en los barrios y caseríos más pobres.

Esta planta de tratamiento forma parte del programa de Manejo de la Cuenca del Lago de Xolotlán, misma que tendrá efectos directos sobre la mejora de las condiciones en el lago y su zona ribereña. Se espera la reducción en la incidencia de los agentes transmisores de malaria y otras enfermedades como el dengue, cólera y diarrea. Pero además, en el sector productivo Eco Intensificación la PTAS hace un tratamiento de los desechos produciendo un Bio Sólido llamado Bio Xolotlan. En el proceso de validación económica hemos realizado aplicaciones a cultivos en la región del pacífico logrando reducir los costos hasta en un 25 %, además de iniciar un proceso de fortalecimiento de los suelos y un aumento de la productividad de las unidades beneficiadas.

**6. Ecosistemas de servicios:** Incluyen los procesos por el cual los recursos son utilizados para producirse ambientalmente por los humanos tales como limpiar aire, materiales y alimentos. Experiencias importantes se evidencia en este sendero productivo de la Bioeconomía. La captura de gases efecto invernadero (GEI), en tal sentido los bosques de ALC fueron la fuente del 81 % de los créditos de REDD<sup>§</sup> en 2006-2010. En el 2010 la región representó casi el 60 % de los créditos totales negociados “over-the –counter”. En 2011, se identificaron proyecto MDI<sup>¶</sup> en 11

§ Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation

¶ Mecanismos para un Desarrollo Limpio



países latinoamericanos. Cruz (2011), clasifica los estados de la república mexicana de acuerdo con su nivel de atracción de proyectos del mecanismo para un desarrollo limpio (MDL) como herramienta de desarrollo económico, mediante la generación de esquemas de implementación de los países del llamado Anexo I del Protocolo de Kyoto (países donantes). Se calcula que 46.5 por ciento de los proyectos del mdl está concentrado en los estados de Jalisco, Coahuila, Puebla, Durango y Veracruz. El estudio clasifica las 32 entidades federativas, mediante análisis de aglomerados basado en tres dimensiones de variables: potencial de mitigación de gases, capacidad institucional relacionada con el medio ambiente y el clima general de inversión. La técnica utilizada clasifica cinco grupos de entidades (clúster) donde la variable más influyente responde a los proyectos de reducción de gases efecto invernadero (gei). Los resultados encontrados tienen implicaciones tanto para las políticas mdl respecto al estado, su coordinación estatal y federal, así como el potencial de inversión en ciertas entidades que presentan capacidad institucional; también las restricciones que presentan empresas paraestatales, como Pemex y cfe, con baja atracción de proyectos y reducido compromiso institucional con el MDL. El trabajo contribuye a realizar análisis a nivel sub-nacional de la distribución de este tipo de proyectos, sus atrayentes y sus limitaciones.

Costa Rica, evidencia una buena experiencia en el aprovechamiento territorial asignando paquetes a parques nacionales y reservas naturales aumentando significativamente el PIB.

## **V. Energía Renovable y Eficiencia Energética.**

Poveda (2007) explica que la eficiencia energética como concepto, agrupa acciones que se toman tanto en el lado de la oferta como de la demanda, sin sacrificar el bienestar ni la producción, permitiendo mejorar la seguridad del suministro. Logrando, además, ahorros tanto en el consumo de energía como en la economía de la población en general. Simultáneamente se logran reducciones en las emisiones de gases de efecto invernadero y mejoras en las finanzas de las empresas energéticas.

Continua explicando Poveda que el análisis del caso de los países europeos, evidencia que la eficiencia debe ser catalogada como el más importante recurso que se dispone para asegurar el abastecimiento energético de un país, debido a los importantes beneficios obtenidos por la reducción sostenida del 0.9% anual de la intensidad energética desde 1990. En América Latina y el Caribe, la reducción de la intensidad

energética desde 1990 fue solo del 0.2% anual. Lo anterior ocurre, por un lado porque son pocos los países que mantienen programas de eficiencia de largo plazo, y por el otro, por la baja incorporación de tecnologías eficientes por modernización de electrodomésticos y vehículos. Asimismo, de acuerdo a estimaciones conservadoras realizadas por OLADE, la región en el período 2003 –2018, podría acumular un ahorro de 156 mil millones de dólares en combustibles si emprendiera programas nacionales sólidos y de largo plazo en eficiencia energética. Las inversiones requeridas para los programas de eficiencia son muy rentables, como en el ejemplo de México, donde la inversión que realiza el Estado en el presupuesto de la institución responsable de la eficiencia fue de US \$ 5.5 millones de dólares anuales, para lograr ahorros por US \$ 398 millones en el año 2005.

En virtud de la importancia que tiene la eficiencia, se presenta una propuesta metodológica para los países de la región, para contribuir a establecer institucionalidad y planes nacionales de eficiencia. Para ello, se analizan algunos aspectos clave que se derivan de la experiencia europea y de los países que muestran resultados positivos en la región.

En primer lugar, se concluye que no existe una conciencia generalizada entre los actores del sector sobre la importancia que tiene la eficiencia energética. Las autoridades y demás actores del sector creen que la ampliación de la oferta es la única solución, sin analizar que las opciones de demanda son igual de válidas.

Poveda afirma que es preciso, entonces, que las instituciones internacionales relacionadas con la energía, como OLADE, trabajen en la concienciación al sector sobre la participación que la eficiencia puede tener en el abastecimiento energético y su contribución en los ámbitos económico, social y ambiental.

Zanoni (1999) muestra cómo en América Latina se desarrolla un proceso de integración energética que sirve de base al proceso de integración económica. Se presenta el entorno internacional en el cual América Latina se inserta en el panorama globalizador, sus potencialidades y opciones. Se realiza una descripción de la situación energética de la región, así como un análisis del estado de la integración, de las principales programaciones de cooperación energética y de las inversiones necesarias.

## VI. Instrumentos de medición de la Bio Economía

En la revisión de la literatura hemos podido constatar que el concepto de bioeconomía ha sido ampliamente discutido, sin embargo no así su medición. El colega Brambila (2011) plantea un conjunto de herramientas que van desde las tasas para medir el movimiento y sus usos prácticos, el uso de la dinámica en la toma de decisiones, el riesgo en la toma de decisiones, las opciones reales y la toma de decisiones, los valores críticos para la toma de decisiones. De igual manera, en el último capítulo de su libro nos ofrece ejemplos prácticos de la bioeconomía. Este tipo de instrumentos son útiles para los especialistas de formulación y evaluación de proyectos, al colocador de crédito y financiamiento, al analista de riesgos, al gerente o director de un agro negocio, y en general a todos aquellos especialistas y tomadores de decisiones en el sector.

Existen trabajos iniciales con programación lineal, modelo de equilibrio general en los Países Bajos, cantidad de publicaciones en el tema de bioeconomía por país y las patentes adquiridas en temas Bioeconómicos, utilización de las cuentas nacionales para medir el impacto de la bioeconomía (Canadá, Niagara y Flanders), en EEUU se tiene algunos indicadores socio-económicos para medir la bioeconomía, Sistemas de registro de actividades productivas y desarrollo de clústeres Bioeconómicos (Dinamarca y Finlandia), en ALC mediciones a nivel micro (estudios de caso) y de la cadena de los biocombustibles. Algunos colegas como el Dr. Trejos del IICA (Zúniga, 2013) sugieren como un acercamiento a esta medición:

1. Determinar los sectores más importantes para la bioeconomía y la producción de biomasa en el país o territorio.
2. Definir sus cadenas de valor.
3. Determinar la cantidad de bio-insumos que sus productos utilizan.
4. Determinar el impacto en la cadena de valor y el impacto de ésta en el país.
5. Revisión de los incentivos para la producción y procesamiento de biomasa.

Algunas experiencias encontradas no son propiamente aplicaciones de la bioeconomía y mucho menos dirigidas a los sectores productivos, sin embargo existen investigaciones encaminadas a incorporar en las metodologías

Coelli (2007), plantea un modelo de eficiencia ambiental donde incluye una condición de balance de los materiales que es prácticamente un ajuste a los índices de Malmquist para medir las condiciones medio ambientales. Fernández (2002) es un ejemplo de aplicación de la programación lineal en la Bioeconomía con su trabajo titulado: Modelo bioeconómico de programación lineal para el análisis de decisiones en el tambo. Así como, Blanco (2013) y Zúniga (2013) quienes aplicaron programación lineal utilizando los índices de Malmquist para medir la eficiencia y productividad de las plantas de energía en Nicaragua.

La aplicación de los modelos de equilibrio general a los países en desarrollo no se realizó hasta finales de los años 70 con el trabajo de Adelman y Robinson (1978) sobre Corea, y el de Taylor et al. (1980) sobre Brasil.

En América Latina existen intentos para incorporar las cuentas ambientales en el sistema de cuentas nacionales en varios países, Bolivia, Ecuador, Costa Rica (Alarcón 1990, 1996, 1997), etc. y en forma genérica por CEPAL (1994). De igual manera el IICA está realizando esfuerzos por visibilizar los sectores productivos en el sistemas de cuentas nacionales y hacer una valoración o contribución de la economía Biobasada (Zúniga & Trejos, 2013).

## **VII. Conclusiones y discusión**

El tema de la Bioeconomía fue analizado pioneramente por Nicholas Georgescu-Roegen, aunque en su momento fue acusado de pesimista porque sus teorías subvertían sustancialmente el orden económico tradicional, sin embargo, en la actualidad su visión sobre el deterioro que el sistema capitalista provoca al planeta es oportuno. Valorando que el tema de la Bioeconomía en esta última década ha sido ampliamente discutido por el grupo de ALCUNET, con el profesor Trigo, (2013) ha desarrollado el concepto de Bioeconomía. El enfoque de sistema nos llevó a analizar los senderos productivos de la bioeconomía y como estos se relacionan con la eficiencia energética y la economía ecológica, este tipo de enfoque nos permite valorar la incidencia de las variaciones del cambio climático y como para mejorar los procesos de eficiencia y productividad de las unidades de producción. El reto planteado es como la agenda de ciencia y tecnología retoma el tema de Bioeconomía y no confundir con Biotecnología. Y como se aplicar a la micro y mediana empresa. En

este contexto la Bioeconomía enfrenta los desafíos convergentes están claramente definidos por la demanda de alimentos cada día más creciente, el fin del petróleo, las variaciones del cambio climático, las restricciones en cuanto a la creciente restricciones en cuanto a la calidad y disponibilidad de aguas, suelos y biodiversidad.

La discusión de este estudio se sitúa en los instrumentos que se utilizan para medir la eficiencia y la productividad de los senderos productivos de la Bioeconomía. Muchos autores ya aplican las ciencias económicas a estos procesos biológicos (Coelli, 2007; Brambila, 2011, Zúniga, 2013) y están definiendo los instrumentos para hacer estas mediciones, porque lo importante es el impacto que la biotecnología en la eficiencia y la productividad de las unidades productivas, no solamente en lo económico, sino en lo ambiental y social.

## Referencias

- Alarcón, J.V. (1990) "La Matriz de Contabilidad Social y la Planificación de las Necesidades Básicas", en Necesidades Básicas y Desarrollo, ILPES-ISS-ILDIS, Hisbol La Paz - Bolivia, Publicación de Ponencias en el Seminario sobre Necesidades Básicas y Desarrollo auspiciado por ILPES-ISS y el Ministerio de Planificación y Coordinación - 1989.
- Alarcón, J.V. (1996) "Introducción to Social Accounting Matrix Modelling; An application to Ecuador SAM-1975", The Hague-ISS, mimeo.
- Alarcón J. V. (1997), "Matrices de Contabilidad Social, Objetivos, Características, Construcción y Extensiones". Instituto de Investigaciones en Ciencias Económicas- Universidad de Costa Rica.
- Agüero Murillo, A. C. (2009). Producción de bacterias fijadoras de nitrógeno (*Azotobacter*, *Bacillus* y *Pseudomonas*); en medio líquido a base de melaza, para su aplicación en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en Azucarera El Viejo, Guanacaste, Costa Rica (Doctoral dissertation, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Biología).
- Carpintero, Oscar (2005), Los precursores de la economía ecológica: El desafío de la bioeconomía.
- Adelman, I. y Robinson, S. (1978), *Income Distribution Policy in Developing Countries*, Stanford University, California.
- Blanco Orozco, N. V., & Zúñiga González, C. A. (2013). Productivity Analysis in Power Generation Plants Connected to the National Grid: A New Case of Bio Economy in Nicaragua. *Journal of Agricultural Studies* ISSN 2166-0379, Vol. 1, No. 1
- Brambila Paz, José de Jesús (2011). *Bioeconomía: Instrumentos para su análisis económico*. 1a Edición, Texcoco, Estado de México, marzo de 2011. ISBN: 978-607-7668-05-3
- CEPAL (1994), "Organización de la Información y de los Datos Estadísticos en el Campo del Medio Ambiente: Propuestas Metodológicas" División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos. Naciones Unidas, LC/L. 852, 29 de Julio.
- Cañal, MJ; Rodríguez, R; Fernández, B; Sánchez-Tamez, R; Majada, JP. 2001. Fisiología de cultivo *In vitro*. *Biotecnología Vegetal* 1:3-9.
- Calderón, C., Aburto, e. Excurra (2009). El valor de los manglares. *Biodiversitas* 82: 1-6.
- Cassman, KG. 1999. Ecological intensification of cereal production systems: yield potential, soil quality, and precision agriculture. . *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 96:5952–5959.
- Cruz Ramos, Ariel, Flores Delgado, Alfredo, Ibarra-Yúnez, Alejandro y Zamorano Cervantes, Homar (2011). Análisis de la distribución territorial de proyectos del mecanismo para un desarrollo limpio. El caso de los estados de la república mexicana. *Economía mexicana nueva época*, vol. XXI, núm. 2, segundo semestre de 2012 . PP. 213-250
- Coelli, T.J., L. Lauwers, & G. Van Huylenbroeck. (2007). "Environmental Efficiency Measurement and the Materials Balance Condition", *Journal of Productivity Analysis*, 28:1, pp.3-12
- Doré, T; Makowski, D; Malézieux, E; Munier-Jolain, N; Tchamitchian, M; Titttonell, P. 2011. Facing up to the paradigm of ecological intensification in agronomy: Revisiting methods, concepts and knowledge. *European Journal of Agronomy* 34(4):197-210.
- Engelmann, F. (1991). *In vitro* conservation of tropical plant germoplasm- a review. *Euphytica* 57: 227-243.
- Escalona, M. (2006). Temporary immersion beats traditional techniques on all fronts. A novel bioreactor for plants tissue culture. *Prophyta Annual*. 48-49 p.
- EUROPEAN COMMISSION C (2005), "New perspectives on the knowledge based bio-economy: A conference report", European Commission, Brussels, Belgium, 2005.
- Fernández, H., & Galetto, A. J. (2002). Modelo bioeconómico de programación lineal para el análisis de decisiones en el tambo. In Congreso Argentino de Producción Animal. 25. 2002 10 02-04, 2-4 de octubre, 2002. Buenos Aires. AR..

- Gonzales, C., Trigo, E., Herrera Estrella, L., Farias, A. , (2013), Current status and future potential of knowledge based bio-economy related research & innovation in Latin America and the Caribbean and policy recommendations. Bioeconomy Working Paper No. 2013-02. ALCUE KBBE FP7 Project No. 264266. 12 p .
- Georgescu-Roegen, Nicholas. "Process analysis and the neoclassical theory of production." American Journal of Agricultural Economics 54.2 (1972): 279-294.
- Georgescu-Roegen, N. (1975). Energy and economic myths. Southern Economic Journal, 347-381.
- Georgescu-Roegen, Nicholas. "The steady state and ecological salvation: a thermodynamic analysis." BioScience (1977): 266-270.
- Haggar, J; Staver, C; Melo, E. (2001). Sostenibilidad y sinergismo en sistemas agroforestales con café: estudio de interacciones entre plagas, fertilidad del suelo y árboles de sombra. Agroforestería en las Américas 8(29):49-51.
- Hodson de Jaramillo E., Chavarriga-Aguirre P., (2013), Natural resources in Latin America and the Caribbean from a bioeconomy perspective and policy recommendations, Bioeconomy Working Paper No.2013-02. ALCUE KBBE FP7 Project No. 264266, 10 p.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA (2010). Atlas de la agroenergía y los biocombustibles en las Américas: II Biodiésel. Programa Hemisférico en Agroenergía y Biocombustibles. San José. C.R. IICA, 2010. ISBN 13:978-92-9248-196-4.
- Leyva, A; Lores, A. (2012). NUEVOS ÍNDICES PARA EVALUAR LA AGROBIODIVERSIDAD. Agroecología 7:109-115.
- Méndez, V. E., & Bacon, C. (2005). Medios de vida y conservación de la biodiversidad arborea: las experiencias de las cooperativas cafetaleras en El Salvador y Nicaragua. LEISA Revista de Agroecología (Perú), 20(4), 27-30.
- O’Ryan, R., de Miguel, C. J., & Miller, S. (2000). Ensayo sobre equilibrio general computable: teoría y aplicaciones (No. 73). Centro de Economía Aplicada, Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.
- OECD (2010). The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda. OECD International Futures Project, OECD, Paris, France.
- OECD (2008). Biofuels: is the cure worse than the disease? Round Table on Sustainable Development, IEA Bioenergy Executive Committee, Oslo, Norway, 14 may.
- Pedro J.Rocha S., (2013) Policy and institutional framework for the development of bioeconomy in Latin America and the Caribbean, Bioeconomy Working Paper No.2013-04. ALCUE KBBE FP7 Project No. 264266, 8 p.
- Pellerin, William and Taylor Wayne D. (2008), Measuring the bio based economy: A Canadian perspective. Gen Publishing Inc., A Mary ann Liberty Inc. Company. Vol 4. No 4 Winter 2008.
- Poveda, M. (2007). Eficiencia energética: recurso no aprovechado. OLADE. Quito. Sánchez, M; Prager, M; Naranjo, R; Sanclemente, O. (2012). EL SUELO, SU METABOLISMO, CICLAJE DE NUTRIENTES Y PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS. Agroecología 7:19-34.
- Sawaya, David., Arundel, Anthony (2010). La evolución de la bioeconomía hasta 2030: diseño de una agenda política. Monografico. Nota d’economía 97-98. 3.er cuatrimestre 2010.
- Sarandón, S; Flores, CC. (2009). EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD EN AGROECOSISTEMAS: UNA PROPUESTA METODOLÓGICA. Agroecología 4:19-28.
- Tittonell, P; Giller, KE. (2013). When yield gaps are poverty traps: The paradigm of ecological intensification in African smallholder agriculture. Field Crops Research 143(0):76-90.
- 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.

- Taylor, L., E. Bacha, E. Cardoso y F. Lysy (1980), *Models of Growth and Distribution for Brazil*, Oxford University Press, London.
- Wilson, E. O. (1988). *Biodiversidad*. National Academy Press, Washington.
- Zanoni, J. R. (1999). La integración energética latinoamericana. *Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura*, 5(1), 255-266.
- Zúniga G., Carlos Alberto (2013). Total Factor Productivity and the Bio Economy Effects. *Journal of Agricultural Studies* ISSN 2166-0379, Vol. 1, No. 1.
- Zúniga G., Carlos Alberto & Trejos, Rafael (2013). *Measuring the contribution for Bio-economics: A Nicaragua Case*. Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura IICA-CAESPA.