

¿Epicentro de la Bioeconomía mundial?
***Caso: Agroindustria
del Café***

Auristela Malavé, Favián Maza



Universidad Técnica de Machala

América Latina
¿Epicentro de la Bioeconomía Mundial?
Caso: Agroindustria del Café



Ing. César Quezada Abad, MBA

RECTOR

Ing. Amarilis Borja Herrera, Mg. Sc.

VICERRECTORA ACADÉMICA

Soc. Ramiro Ordóñez Morejón, Mg. Sc.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

COORDINACIÓN EDITORIAL
VICERRECTORADO ACADÉMICO

Tomás Fontaines-Ruiz, PhD.

INVESTIGADOR BECARIO PROMETEO-UTMACH

ASESOR DEL PROGRAMA DE REINGENIERÍA

Ing. Karina Lozano Zambrano

COORDINADORA EDITORIAL

Ing. Jorge Maza Córdova, Ms.

Ing. Cyndi Aguilar

EQUIPO DE PUBLICACIONES

América Latina
¿Epicentro de la Bioeconomía
Mundial?
Caso: Agroindustria del Café

Auristela Malavé

Favián Maza

Primera edición 2015

ISBN: 978-9942-24-028-6

D.R. © 2015, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
Ediciones UTMACH
Km. 5 1/2 Vía Machala Pasaje
www.utmachala.edu.ec

ESTE TEXTO HA SIDO SOMETIDO A UN PROCESO DE EVALUACIÓN POR PARES EXTERNOS
CON BASE EN LA NORMATIVA EDITORIAL DE LA UTMACH.

Portada:
Concepto editorial: Jorge Maza Córdova
Diseño: Karina Lozano Zambrano

Diseño, montaje y producción editorial: UTMACH

Impreso y hecho en Ecuador
Printed and made in Ecuador

Advertencia: “Se prohíbe la reproducción, el registro o la transmisión parcial o total de esta obra por cualquier sistema de recuperación de información, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o cualquier otro, existente o por existir, sin el permiso previo por escrito del titular de los derechos correspondientes”.

Índice

Prólogo	9
Introducción	13
Conceptualización de la Bioeconomía y su Globalización.....	17
El Modelo Bioeconómico, Implicaciones y Perspectivas	23
La Bioeconomía y sus Impactos en el Mundo.....	26
El Modelo Bioeconómico en América Latina.....	33
Los Recursos Naturales de ALC: el Acceso a la Bioeconomía Mundial.....	37
Panorama General de la Bioeconomía en ALC con Base en el Conocimiento	41
Impacto Ambiental y Desarrollo de la Bioeconomía en ALC.....	54
Potencial de ALC en la Bioeconomía mundial.....	59
Biodiversidad	60
Biotecnología	66
Biocombustibles.....	68
Ecointensificación	70
Comentarios Adicionales	74
Agroindustria del Sector Cafetalero	77
Plantaciones y Frutos del Cafeto.....	78

Importancia Económica del Café	80
Procesamiento y Producción del Café	82
Residuos Generados en la Agroindustria del Café	85
Valorización de los Residuos de la Agroindustria Cafetalera.....	86
Glosario de Términos	95
Referencias Bibliográficas	99

Prólogo

Hoy por hoy, el café es una de las principales bebidas de interacción social de mayor consumo en el mundo y constituye el segundo producto más comercializado luego del petróleo. En este aspecto, la industria del café está consolidada como una de las más importantes a nivel mundial debido principalmente a que la mayor parte de sus consumidores se ubican en los países desarrollados; mientras que casi la totalidad de su producción se realiza en los países en vías de desarrollo, que en su mayoría integran al bloque latinoamericano, donde el sector cafetalero constituye un rubro crucial para sus políticas económicas fundamentadas en su cultivo, cosecha, procesamiento, mercadeo y consumo que proveen millones de empleos.

Sin embargo, la agroindustria cafetalera está considerada como una de las más contaminantes por la gran cantidad de residuos generados que representan serios problemas ambientales necesarios de contrarrestar. De allí, que a lo largo de los últimos años grandes esfuerzos científicos/tecnológicos hayan sido direccionados a frenar tal problemática mediante la transformación de los desechos del café en energía y productos de valor agregado como estrategias encaminadas hacia patrones de producción netamente sostenibles enmarcados en lo económico, social y ambiental como pilares que fundamentan al modelo bioeconómico establecido en distintos países.

La bioeconomía representa la visión de una sociedad futura mucho menos dependiente de los recursos fósiles, principalmente petróleo, que abarca la producción sostenible de los recursos biológicos renovables (biomasa) y su conversión para suplir las demandas de una población cada vez más creciente, cuyo modelo incluye componentes de

agricultura, silvicultura, pesca, producción de alimentos, pulpa y papel, así como aspectos de las industrias a nivel químico, biotecnológico y energético. En tanto que, sus sectores tienen un fuerte potencial de innovación por la aplicación de una amplia gama de ciencias (biología, agronomía, ecología, tecnología de alimentos y ciencias sociales), tecnologías industriales (biotecnologías, nanotecnología, tecnologías de la información y la comunicación e ingenierías) y conocimientos locales.

La base de una bioeconomía la constituyen los recursos biológicos que incluyen a todas las formas de vida, que en conjunto con el agua y los suelos, conforman la gran biodiversidad de los ecosistemas característicos de América Latina que la destacan como una de las mayores reservas de biomasa; cuyo uso vislumbra amplias perspectivas de desarrollo por medio no sólo de su transformación sostenible, sino también por el aprovechamiento de los desechos (orgánicos, líquidos, flujos de vapor) generados en los procesos de producción, transformación y consumo.

En los actuales momentos, el planeta está urgido de una necesaria reflexión con respecto al uso excesivo de los recursos fósiles (petróleo, carbón y gas natural) debido a sus nefastos efectos ambientales, magnificados a lo largo del tiempo, y consecuentes impactos relacionados principalmente con el cambio climático. Puesto que una economía de base biológica está orientada a la sustitución progresiva de la economía fósil, basada principalmente en el petróleo convirtiéndolo en el producto más comercializado a nivel mundial seguido del café, no sería extraño derivar reflexiones en cuanto a que las economías futuras estarán lideradas por la biomasa. En base a lo anterior, el sector café constituye un tópico bastante prometedor dentro de las posibles estrategias bioeconómicas a desarrollar para la región de América Latina y el Caribe (ALC).

A pesar de la gran difusión y crecimiento que hoy han fortalecido al modelo bioeconómico en muchos países del mundo, en América Latina en general se desconoce su importancia con la excepción de algunos países como Argentina, Brasil y Colombia. En tal sentido, el presente texto está diseñado en función de cubrir esta deficiencia de información introduciendo al lector en el conocimiento previo de los términos y alcances derivados en la dinámica de un uso eficiente de los recursos naturales renovables (biomasa) a fin de alcanzar un desarrollo socio-

económico sostenible como alternativa de vida anclada en las bases de una economía ecológica o bioeconomía, manejada principalmente por algunas instituciones europeas y como, desde allí, han influenciado al resto del mundo.

En una segunda parte, se proseguirá describiendo la situación actual de la bioeconomía en la región de ALC, donde se abordarán las perspectivas bioeconómicas globales en función de la diversidad de recursos naturales existentes en la región, destacando las necesidades de formación científico/tecnológica para una mayor efectividad en la utilización y transformación de la biomasa, en concordancia con mejores beneficios socio-económicos, con el fin de proyectar a la bioeconomía como un modelo encaminado a frenar los efectos del cambio climático. Se continuará con una tercera parte enmarcada en el amplio espectro de recursos naturales existentes en la región de ALC, destacando sus potencialidades y utilización en la producción sostenible de biomasa para un desarrollo fundamentado en las bases de una bioeconomía a disposición del resto del mundo. Se finalizará con una cuarta parte abordando el caso de la agroindustria del café, la cual produce el segundo producto más comercializado a nivel mundial antecedido por el petróleo; donde se destacan los beneficios y oportunidades brindadas por este sector, además de los requerimientos de sostenibilidad inherentes a la producción del rubro con criterios bioeconómicos aplicables principalmente a la valorización de los desechos/residuos obtenidos. Puesto que el sector cafetalero constituye una economía netamente de base biológica el desafío futuro es que ésta y el comercio de productos provenientes de la biomasa desplacen del primer lugar a la actual economía fósil, principalmente petrolera, en función de los acuerdos vinculantes en defensa del planeta establecidos por los Líderes mundiales en la reciente Cumbre del Clima, llevada a cabo en París entre noviembre y diciembre del 2015.

Auristela Malavé

Introducción

Los Líderes mundiales están obligados a confrontar los retos inherentes a la contaminación ambiental y sus consecuentes efectos sobre el cambio climático.

“Se trata de llegar a un acuerdo ahora o nunca para revertir los daños del cambio climático” ... “el mundo está al borde de un suicidio ecológico” ... fueron sólo algunas de las expresiones manifestadas por el Papa Francisco en las vísperas de instalarse la reciente Cumbre del Clima en París (COP21), en noviembre-2015; al tiempo que en distintas partes del globo terrestre grandes masas en marcha inundaron las principales ciudades en defensa de la preservación de la vida en el planeta, clamando la urgencia para la delimitación del uso de recursos fósiles por otras alternativas conducentes a energías 100% limpias a fin de frenar la emisión de gases con efecto invernadero, como algunas de las exigencias vinculantes a establecer durante el debate entre los más de 150 participantes de todo el mundo (Rivas, 2015a).

“He venido aquí personalmente, como el Líder de la economía más grande del mundo y como el segundo emisor más grande, a decir que en los Estados Unidos de América no sólo reconocemos nuestro papel en crear el problema, sino también adoptamos nuestra responsabilidad para hacer algo al respecto”; expresó Barack Obama, durante el primer día de la Cumbre, cuyo país junto con China son los mayores productores de emisiones con efecto invernadero (Ben, 2015).

Hoy los Líderes del mundo tienen un compromiso ineludible con el ambiente, por lo cual están obligados a lograr acuerdos integrales, equitativos y duraderos que conlleven a restaurar el equilibrio entre la humanidad y la naturaleza. De allí, que la urgencia por detener

el cambio climático haya revitalizado a la biomasa como una fuente segura para el suministro de recursos sustentables con el subsecuente impulso hacia las alternativas de desarrollo bioeconómico.

Según Monsour Mohammadian, profesor y catedrático del Instituto de Ciencias Ambientales de la Universidad Complutense de Madrid y uno de los más importantes exponentes de la teoría de la bioeconomía, de acuerdo a la naturaleza humana existe un “Homo oeconomicus” y un “Homo bioeconomicus”; donde el primero es un ser avaro, sin sentimientos, depredador; mientras que el segundo es un ser satisfecho con lo que ya posee, sensible a las necesidades de los demás y a las realidades sociales, económicas, biológicas y ambientales (Pérez, 2013). El “Homo bioeconomicus” por ser cooperativo está en armonía con el medio que lo rodea, lo cual le imparte capacidades para cambiar la cultura de avaricia/despilfarro por la de suficiencia y conservación; además de ayudar a infundir el don de la solidaridad y fraternidad en pro de establecer condiciones sociales necesarias que permitan promover la sostenibilidad y las relaciones de confianza entre los seres humanos (Mohammadian, 2005).

Las consideraciones anteriores han conllevado a que actualmente exista un renovado interés en la explotación de la biomasa, como actividad encaminada a lograr un suministro más adecuado de los recursos para las actuales y futuras generaciones, asegurando que su dependencia se equilibre adecuadamente con la salud tanto ambiental como humana para fomentar la bioeconomía. De ello se desprende la necesidad de prestar atención a la explotación efectiva de los recursos naturales renovables aprovechando incluso los residuos orgánicos generados que, de otro modo, causarán problemas de disposición e inevitablemente serán vertidos al medio.

Este tipo de economía ecológica comparte cierta aproximación conceptual con la sostenibilidad en la utilización de la biomasa y energías renovables; pudiendo ser entendida como una economía donde los alimentos, los productos químicos, la energía y los materiales en su gran mayoría provienen de los recursos biológicos que incluyen todas las formas de vida, desde los genes y microorganismos en general hasta las algas, plantas y animales que en conjunto engloban la biomasa (CEPAL, 2015a). Una economía fundamentada en la biomasa en lugar de combustibles fósiles puede ser señal de un cambio significativo en lo so-

bioeconómico, agrícola, energético y tecnológico que, en consecuencia, puede ser capaz de crear nuevos enfoques y oportunidades para cumplir con los requerimientos de sostenibilidad (O'Callaghan, 2016).

En América Latina la bioeconomía ha captado poca atención siendo las estrategias de bioenergía y biotecnología, existentes en Brasil y Argentina, las más próximas al modelo. Sin embargo, en la reciente Conferencia Internacional – Bioeconomía América Latina y el Caribe, realizada en Santiago de Chile en octubre 2015, se abordaron las grandes oportunidades que ofrece la región para agricultura y agroindustria como tópicos de relevancia hacia alternativas de desarrollo sostenible (CEPAL, 2015a); donde el sector cafetalero constituye un baluarte prometedor, dentro de las vastas fuentes de recursos disponibles, con grandes oportunidades y perspectivas de desarrollo sostenible.

Conceptualización de la Bioeconomía y su Globalización.

La necesidad de reducir el deterioro ambiental y la huella climática de la sociedad, han colocado a la biomasa en un tópico de gran interés y actualidad para lograr un suministro más seguro de los recursos y promocionar el desarrollo sustentable que fundamentan una economía ecológica o bioeconómica. No obstante, la utilización de la biomasa como recurso no es nueva ya que previo a la revolución industrial constituyó la principal fuente de materiales y energía (O'Callaghan, 2016); lo cual declinó luego de la explotación de los combustibles fósiles, exceptuando algunos casos donde se incluyen las industrias de madera y fibra, durante la década de 1900 (Gallezot, 2008).

La biomasa comprende a la masa total de materia orgánica en un determinado lugar englobando a todo el material biológico, desde los microorganismos hasta los animales, pudiendo encontrarse en forma salvaje (selva amazónica, fauna silvestre y baldía en el África subsahariana o microorganismos y algas en los océanos) o manufacturada por el hombre, donde el sector agropecuario constituye la clave estratégica (silvicultura, plantación o ganadería) (Henry et al, 2014a). Sin embargo, para poder llevar a cabo la transformación de todos estos recursos biológicos (biomasa) se requiere de un amplio e inédito cúmulo de conocimientos científicos y tecnológicos que hoy en día conforman a las biotecnologías, cuyo uso y desarrollo abrieron el camino hacia la consolidación de la bioeconomía, llegando a productos de segunda y tercera generación que incluyen un amplio espectro de componentes químicos (biopesticidas, biofertilizantes y disolventes), materiales (bioplásticos, fibras y textiles) y fuentes de energía [biocombustibles (biodiesel y bioetanol), biogás, calor y electricidad] (Henry et al., 2014a; Loray, 2015).

A lo largo de los años, la bioeconomía ha progresado junto con los avances del conocimiento científico y las experiencias técnicas en la utilización de procedimientos biológicos para aplicaciones prácticas (OECD, 2006); cuyo concepto, originado inicialmente a partir de las ciencias de la vida y de las esferas de la biotecnología (EC, 2005), sugerido por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) quedó entendido como “el conjunto global de operaciones económicas en una sociedad que utiliza el beneficio del valor latente en productos y procesos biológicos con el fin de captar nuevos beneficios de crecimiento y bienestar para los ciudadanos y naciones” (OECD, 2006). Esta primera definición de la bioeconomía en el 2006, esencialmente incluyó la misma idea con respecto a los medios para lograr crecimiento y prosperidad tal como se describió tres años más tarde. De esta manera, la OECD posteriormente estableció que la bioeconomía involucra tres elementos: 1) el uso de un conocimiento avanzado de los genes y procesos celulares para diseñar y desarrollar nuevos procesos y productos, 2) el uso de biomasa renovable y bioprocesos eficientes para estimular la producción sostenible y 3) la integración de conocimientos y aplicaciones de la biotecnología a través de una gama de sectores (OECD, 2009).

La conceptualización de la bioeconomía se investigó a través de una consulta pública llevada a cabo por la Comisión Europea (CE), en base a 35 documentos provenientes de organizaciones vinculadas, encontrando que “una economía de base-vida integra toda la gama de recursos biológicos naturales y renovables incluyendo recursos terrestres y marinos, biodiversidad y materiales biológicos (plantas, animales y microbios), a través de la transformación y el consumo de los mismos. La bioeconomía abarca los sectores de la agricultura, silvicultura, pesca, alimentación y biotecnología; así como un amplio rango de sectores industriales que van desde la producción de energía y productos químicos hasta construcción y transporte” (EC, 2011).

No obstante, también se sugirieron definiciones alternativas o una reorientación de la misma tal como una definición enfocada al mercadeo de una economía biológica reseñada como “paradigmas de producción que se basan en procesos biológicos que, como en los ecosistemas naturales, utilizan insumos naturales, gastan cantidades mínimas de energía y no producen residuos ya que todos los materiales

descartados en un proceso son la entrada para el otro y se reutilizan en el ecosistema”, donde muchos de los encuestados abogaron por una estrategia de mercadeo para un público afin con la bioeconomía que conforman una comunidad de reciclaje, conservacionista de los ecosistemas y de la distribución equitativa (EC, 2011). De hecho, la posición de los consultados muestra un fuerte apoyo a una economía de reciclaje que prioriza el uso de recursos renovables, coloca el uso de la energía al final de la cadena, después de la reutilización y reciclado de los materiales; y crea sinergias entre alimentos, materiales y combustibles.

Por otra parte, la Asociación Europea para Bioindustrias (EuropaBio) connotó a la bioeconomía dentro del concepto de una economía de base biológica en firme contraste con la economía común basada en combustibles fósiles afirmando que “la aplicación de la biotecnología para el procesamiento y la producción sustentable de productos químicos, materiales y combustibles a partir de biomasa crea una oportunidad para reducir significativamente nuestra dependencia del carbón, el petróleo y el gas”, donde se considera la biotecnología industrial como un componente clave de la bioeconomía (EuropaBio, 2011); lo que implica la transformación de los productos agrícolas y los residuos orgánicos en otras sustancias, de forma similar a la utilización del petróleo crudo como materia prima para la producción de productos químicos. En este mismo orden de ideas, Langeveld y Sanders (2011) ya habían puesto en relieve la naturaleza tecnológica y la magnitud del cambio mediante la definición de la economía de base biológica que implica el desarrollo tecnológico que lleva a un reemplazo significativo de combustibles fósiles por biomasa en la producción de productos químicos, farmacéuticos, materiales, combustibles para el transporte, electricidad y calor.

De lo anterior se puede reseñar que los avances en las ciencias de la vida y en la biotecnología para el desarrollo bioeconómico, destacados en la conferencia “Nuevas Perspectivas sobre la Bio-Economía Basada en el Conocimiento” (EC, 2005), derivaron el significado del término como “la transformación eco-eficiente sostenible de recursos biológicos renovables en salud, alimentos, energía y otros productos industriales” (Levidow, 2011). En Alemania se llevó a cabo la conferencia “En Ruta a la Bio-Economía Basada en el Conocimiento”, cuyo informe

resumió los hallazgos claves sobre los tópicos discutidos relacionados con bioproductos y bioprocesos, bioenergía, alimentos y nutrición, biomedicina, además de nuevos conceptos y tecnologías emergentes; el cual constituyó un documento visionario para la biotecnología, como elemento esencial de la economía europea, que en combinación con la bioenergía harán contribuciones significativas a la producción industrial en Europa (GPCEU, 2007).

Posteriormente en los Estados Unidos, cuando la Casa Blanca documentó sus estrategias determinó que “la bioeconomía está basada en el uso de la investigación e innovación en las ciencias biológicas para crear actividad económica y beneficio público” (White House, 2012). En tanto que la Comisión Europea (CE), en base a sus acuerdos políticos, definió a la bioeconomía como “la producción de recursos biológicos renovables y la conversión de éstos y los residuales en productos de valor agregado tales como productos para alimentación humana/animal y bioenergía” (EC, 2012). En tanto que, en la reciente Conferencia Internacional-Bioeconomía América Latina y el Caribe refirieron el término como “una economía en la cual el consumo y la producción de bienes y servicios se basan en el uso directo y la transformación sostenibles de recursos biológicos y en el aprovechamiento de los desechos (orgánicos, líquidos, flujos de vapor) que se generan en los procesos de producción, transformación y consumo”; destacando a la biotecnología en las aplicaciones industriales (biotecnología blanca), en la solución a problemas ambientales (biotecnología gris), en la agricultura (biotecnología verde), en los recursos marinos (biotecnología azul) y en la medicina (biotecnología roja) (CEPAL, 2015a).

En Europa se han publicado distintos documentos estratégicos de planificación bioeconómica que han destacado la gran expectativa de desarrollo futuro, tomando en cuenta los considerables esfuerzos en conjunto (McCormick y Kautto, 2013); entre los cuales sobresalieron “La Evolución de la Bioeconomía Hasta 2030: Diseño de una Agenda Política” (OECD, 2009) y “La Innovación al Servicio del Crecimiento Sostenible: una Bioeconomía para Europa” (EC, 2012) como textos fundamentales en la consolidación del modelo bioeconómico en cuanto a sus definiciones, sectores, actores y alcances; destacando además, la importancia del concepto de una economía basada en la transformación de los recursos naturales por medio de las biotecnologías, en

las instituciones públicas, en los laboratorios de investigación y en las empresas europeas. En ambos documentos la bioeconomía gira en torno a los conceptos claves de innovación, competitividad y crecimiento en el área de las nuevas biotecnologías.

Uno de los desafíos bien establecidos dentro de las estrategias europeas es garantizar la seguridad alimentaria a nivel global, puesto que ya es bien evidente la creciente demanda que tiene la biomasa hay que evitar una problemática en el suministro de alimentos. Así, la necesidad de alimentar a poblaciones cada vez mayores se corresponde con una gestión sostenible de los recursos naturales que consecuentemente involucra mitigar el cambio climático como compromisos que requieren un enfoque estratégico e integral. Adicionalmente, se incluyen propuestas para la intensificación sostenible de la producción agrícola mundial, la utilización de los desechos como recursos y un cambio radical en los patrones de consumo a nivel de la Unión Europea. Otro hecho importante que demuestra la importancia exponencial de la bioeconomía en Europa es la constitución por parte de la Comisión Europea, en el año 2013, de un observatorio de la bioeconomía en ese continente, el cual moviliza los recursos y se centra en tres pilares: Investigación (inversión, innovación), políticas públicas (interacción y participación de las partes interesadas) y mercados (creación de nuevos mercados y competitividad); siendo uno de sus objetivos la creación de una base de datos sobre el uso actual de las biotecnologías y los perfiles de biorefinerías en la Unión Europea con el fin de entender mejor el impacto de la bioeconomía y para anticipar los cambios sociales que generará.

Estos lineamientos políticos influenciaron las agendas nacionales de investigación científica en Europa conllevando a la mayoría de los países a definir sus estrategias y políticas específicas sobre el sector bioeconómico. En este sentido, Alemania se considera pionera en el campo, mediante la creación en 2009 de un Consejo Nacional de la Bioeconomía (Bioeconomy Council, 2009). Así, este organismo inicialmente se encargó de la formulación de la estrategia nacional y de hojas de ruta regionales con el fin de fomentar el desarrollo de una bioeconomía alemana, con la subsecuente publicación de su estrategia general en el año 2010 (Bioeconomy Council, 2010), actualizada casi dos años más tarde con la inclusión relacionada a la energía sostenible.

La estrategia establecida se centró en lograr una mejor comprensión de los elementos y estructuras de los sistemas biológicos, como plantas, algas, enzimas y microorganismos (Albrecht y Ettl, 2014), con un amplio alcance cubriendo el área médica, industrial (química fina y bioplásticos), agrícola (pesticidas y aditivos para la alimentación animal) y ambiental. Las recomendaciones actuales en políticas públicas del Consejo se enfocaron en el uso de los recursos naturales, la aceptación pública del uso de biotecnologías y de nuevos productos, la competitividad y la comunicación hecha sobre la bioeconomía.

En el año 2010, Alemania publicó también su Estrategia Nacional de Investigación en Bioeconomía 2030 (BMBF, 2010), como un complemento del documento anterior de ese mismo año, dirigido al crecimiento económico, abordando lo relacionado con agricultura sostenible, alimentación mundial, recursos renovables para la industria, entre otras actividades. La combinación de lineamientos políticos eficaces y ventajas comparativas en el sector industrial con científicos calificados, aunado a una producción anual de biomasa de 2.3 millones de hectáreas, es decir, del 16,5% de la superficie total; convirtieron a Alemania en uno de los países líderes en la bioeconomía europea. Más reciente, el Ministerio Federal de Educación e Investigación del país publicó el texto Estrategia Nacional de Política en Bioeconomía (BMBF, 2013), enfocado hacia el uso sostenible de los recursos naturales renovables en los procesos biotecnológicos que garanticen en primer lugar la seguridad alimentaria y los subsecuentes usos a nivel industrial y energético. Más recientemente algunos autores del Consulado bioeconómico Alemán publicaron un reporte sobre estrategias bioeconómicas internacionales (Dieckhoff et al, 2015).

Además de Alemania, otros países europeos que se han plegado con sus estrategias nacionales para el desarrollo de sus sectores de bioeconomía son Irlanda (Teagasc, 2008; GovIr, 2012), Dinamarca (AGG, 2009), Suecia (FORMAS, 2012), Reino Unido (GovUK, 2012; 2013), Austria (BIOS, 2013), Finlandia (Biotalous, 2014), Francia (GouvFr, 2014), entre otros.

Fuera de Europa, existen países con estrategias para desarrollar una bioeconomía en sus territorios que incluyen Kenia (KerEA, 2008), Australia (BioAu, 2012), Rusia (BioTech, 2012), Malasia (AIM, 2013; BiotechCorp, 2013), Sudáfrica (Innovussu, 2013), India (DBTIN, 2012;

2014), Ghana (Otu-Danquah, 2014), Indonesia (BioStep, 2014), Japón (Lambrecht, 2014) como algunos; en tanto que, específicamente para el Continente Americano resalta Brasil como el país pionero en el desarrollo de este tipo de programas (Rodríguez y Accarini, 2004; EU/EC, 2007), además de México (SAGARPA, 2009), Argentina (MinCyT, 2012), Uruguay (GPGub, 2012), Canadá (BCCB, 2011; GF2, 2013) y Estados Unidos (White House, 2012; USDA, 2014).

En América Latina, en general, es poco lo que se conoce con respecto al modelo bioeconómico debido principalmente a la escasez de información en español necesarias para poder promocionar la asimilación del término “bioeconomía” como un modelo de producción en pleno crecimiento adaptable a los países latinoamericanos, por contar con una de las mayores reservas de biomasa a nivel mundial (Henry et al., 2014a; Loray, 2015).

El modelo bioeconómico, implicaciones y perspectivas.

De acuerdo a lo indicado hasta ahora, una bioeconomía es un modelo que comparte cierta aproximación conceptual con la sostenibilidad en la utilización de la biomasa y en general los recursos naturales renovables, siendo entendido como una economía en la que los alimentos, los productos químicos, la energía y los materiales en gran parte provienen de organismos vivos, mayormente plantas y animales, como aspectos fundamentales de su cada vez más explorada diversidad dentro del mundo académico-científico. En particular, los estudiosos de la ciencia y la tecnología ofrecen valiosos puntos de vista sobre las teorías y los cimientos existentes detrás de su concepto como modelo económico, además de visiones alternativas a menudo de poca discusión.

Tal como Hilgartner (2007), puso en el tapete la promoción e institucionalización de un modelo económico ecológico, amigable con el ambiente, hacen necesaria su definición. Así, las primeras definiciones para la bioeconomía proporcionadas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y la Unión Europea (UE), a mediados de la década pasada, se consideran similares debido a que ambas hacen hincapié en el valor latente (es decir, existente

pero inactivo) de los materiales biológicos (Birch, 2012; Birch y Tyfield, 2013).

En la consulta pública también se originó una descripción que prefiere nombrar a los sectores comprendidos en el proceso de desarrollo (EC, 2011); mientras que, la EuropaBio nombra los medios (biotecnología) y el propósito de reducir el uso de la dependencia de los combustibles fósiles (EuropaBio, 2011). La definición de la UE del año 2006 (Levidow, 2011), comparte grandes similitudes con la del 2012; pero es notable que en la definición oficial más reciente los productos son valor agregado (EC, 2012), siendo que también, la naturaleza eco-eficiente y sostenible de la transformación de los recursos a productos se ha venido abajo.

Mientras que las descripciones del modelo por parte de los Estados Unidos y la OCDE-2009 son altamente consistentes, las descripciones previas difieren de la definición de la UE en que no menciona los productos reales, los sectores de actividad, ni que el recurso se basa en la biomasa; así, tal diferencia se refleja en el alcance de los documentos. En este aspecto, Pollack (2012) argumentó que el propósito del anteproyecto de los Estados Unidos era apoyar a las empresas basadas en la biología (que también abarcan productos farmacéuticos y dispositivos médicos), mientras que la estrategia de la UE se concentraba en los procesos industriales sostenibles. Sin embargo, Richardson (2012) sugirió que a mediados de la década pasada la agenda política de EuropaBio reflejó fuertemente la legislación estadounidense y algunas de sus propuestas pasaron a la política de la UE que precedió el plan de acción estrategia de bioeconomía del año 2012. De allí entonces, a pesar de que las definiciones para la UE, la OCDE y los Estados Unidos puedan variar, en el juego todas presentan mecanismos similares.

También es característico del concepto, que se trata de una transformación masiva de los sistemas de producción y consumo actuales. Así, Langeveld y Sanders (2010), lo ven en gran medida tecnológico que más allá de un enfoque tradicional irá hacia cambios económicos; en tanto que, Parry (2007) sostiene que las biotecnologías que posibilitan la bioeconomía falsamente se han propuesto como únicas, siendo que en la realidad actual sus mercados han alcanzado cierto nivel de madurez. Además, este mismo autor afirma que el enfoque en la singularidad de la biotecnología proporciona una base para una agenda altamente

especializada que requiere la formación de políticos especialistas en este modelo y que la OCDE debe reclamar los beneficios derivados de la bioeconomía siendo en gran medida prospectivo con el fin de sacar provecho de la innovación y hacer operativa la bioeconomía a nivel mundial.

Del proyecto Investigación Co-operativa sobre Problemas Ambientales en Europa (ICPAE), se deriva la visualización de que las ciencias de la vida engloban al sector agrícola como sistemas de producción biológica proveedor de materia prima para diversos productos industriales (fábricas de biomasa) o, alternativamente, implica una visualización agroecológica que vincula a las cadenas de suministro de alimentos con la formación de los agricultores en cuanto a su conocimiento para un mejor manejo no sólo de los recursos naturales, sino también en cuanto a prácticas y métodos agrícolas (Levidow, 2011; Levidow et al., 2012a; 2012b).

La manera en que la bioenergía se entiende, dentro de esas dos visiones, para la innovación agrícola establece una diferencia de forma en los términos claves como el conocimiento, los recursos biológicos y la economía. De modo que, en la visión ciencias de la vida los combustibles fósiles deben ser sustituidos por la bioenergía a través de los aumentos de eficiencia en la conversión de la biomasa en energía (y otros productos) obtenidos mediante el rediseño de las plantas y los métodos de procesamiento; mientras que, en contraste, la visión agroecológica involucra el uso de los residuos agrícolas en energía para su utilización en las mismas granjas eliminando la necesidad de insumos externos (Levidow et al., 2012a; 2012b). Las políticas de gobierno también difieren en que el programa de ciencias de la vida presenta objetivos de biocombustibles y subsidios para crear un mercado europeo e impulsar la innovación exportable; en tanto que, el programa agroecológico promueve el desarrollo de la bioenergía sólo a escala de las fincas agrícolas (Levidow, 2011). En cuanto a las biorefinerías, las mismas se perfilan como vehículos que conectan los sectores agrícola y energético con intereses privados, donde deben integrarse el conocimiento y la tecnología (Birch et al., 2010).

Esta discusión se conecta al modelo de economía distribuida sugerido como una estrategia alternativa para la bioeconomía. Sobre la base de este concepto, Luoma et al. (2011) sostienen que hay una

necesidad para el desarrollo de una economía de base biológica global y los modelos de producción distribuida a nivel local, ya que la biomasa no es fácil de transportar y es costoso para distancias largas; en cambio, una bioeconomía distribuida subraya la proximidad tanto de los sitios donde se adquiere la materia prima y donde se producen y consumen los bienes y energía, lo que significa el establecimiento de muchas plantas de producción locales interconectados que se integran con otras industrias cercanas para garantizar que los residuos y desechos se utilizan plenamente en diferentes procesos.

La Bioeconomía y sus impactos en el mundo.

A diferencia del siglo XX, donde la bioeconomía estaba limitada casi exclusivamente al ámbito académico, la bioeconomía del siglo XXI se caracteriza no sólo por su creciente importancia en los discursos institucionales; sino también por la presencia en las estrategias particulares de cada nación para promover el crecimiento económico y social con la inclusión de sus ciudadanos (Henry et al., 2014a).

Los orígenes de la incorporación de este modelo económico ecológico, en las discusiones sobre políticas de desarrollo basadas en el rol de la biotecnología en la innovación y el crecimiento, se iniciaron en Europa en 1993 mediante programas estratégicos de la Comisión Europea (EC, 1993), a lo que le continuaron diferentes programas (EC, 2000; 2002), consolidándose casi dos décadas más tarde con la publicación del documento “La Bioeconomía Europea en 2030 (BECOTEPS, 2011), seguido de “Innovación para el Crecimiento Sostenible: una Bioeconomía para Europa” (EC, 2012); para así propagarse como un modelo económico innovador, al cual se plegaron los Estados Unidos, Canadá y otros países emergentes incluyendo Rusia, India, Sudáfrica, Malasia y China (CEPAL, 2015a). Este tipo de economía puede cumplir con muchos de los requerimientos para la sostenibilidad desde las perspectivas ambientales, sociales y económicas si se diseña e implementa de forma inteligente.

A finales de la década pasada aún se sentía la percepción de un conjunto diverso de fuerzas tratando de delimitar el impulso de la bioeconomía desde Europa hacia el mundo, destacando a las políticas

de gobierno, las condiciones reglamentarias, los derechos de propiedad intelectual, los recursos humanos, la aceptación social y la estructura del mercado como algunos de los principales factores influyentes (OECD, 2009); donde, la existencia de las complicaciones propias, derivadas de las complejas interacciones y reacciones involucradas entre los conductores del modelo y las restricciones que se deben afrontar, muchas veces son difíciles de aislar y menos analizar.

Hoy muchos escollos relacionados con la intensificación de la bioeconomía han sido superados a través de los programas políticos publicados en los últimos años por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD), la Unión Europea (UE) y los Estados Unidos de América (EUA) (OECD, 2009; EC, 2012; White House, 2012), los cuales sugieren que el apoyo y los avances significativos se esperan para las próximas décadas a escala regional, nacional e internacional en cuanto a satisfacer la demanda de un suministro sostenible de alimentos, combustibles y materias primas que permitan afrontar los desafíos actuales relacionados a cambio climático, seguridad energética y prosperidad económica como las principales razones que fundamentan el desarrollo bioeconómico.

La bioeconomía concebida por Latham y Wilson (2007), es la adaptada por la UE y los EUA al basarse principalmente en la “promesa” de la biotecnología. La OECD es optimista en cuanto a los beneficios de la bioeconomía y la biotecnología, ya que considera puede ayudar a responder a muchos desafíos enfrentados por el mundo incluyendo: aumentar la oferta y la sostenibilidad de los alimentos y la producción de la fibra, mejorar la calidad del agua, proporcionar energía renovable y mejorar la salud de personas y animales. Así, esta organización visualiza cómo los diferentes conductores y eventos, a través del análisis de los escenarios desarrollados, podrían afectar las oportunidades y riesgos asociados con la bioeconomía; de modo que, en base a estos escenarios, se sugiere que los factores claves en la conformación de los beneficios que se derivan de la bioeconomía serán la calidad de la gobernabilidad y la competitividad económica de la biotecnología (OECD, 2009).

El concepto para el modelo bioeconómico originado hace más de cuatro décadas, ya consideraba administrar eficientemente los escasos recursos biológicos existentes porque ya se tenía la idea de

que el crecimiento económico basado en la explotación sin límites de los recursos naturales no renovables, como petróleo y gas, no era sostenible a largo plazo (Pavone, 2012). Si bien esto se corresponde con la realidad actual, algunos autores consideran que mediante las biotecnologías modernas muchos países podrían resolver sus dificultades más necesarias pensando en un camino de desarrollo sustentable (Anlló y Fuchs, 2013).

En términos contemporáneos, la bioeconomía se presenta como una economía innovadora basada en la manipulación, transformación, explotación y extracción de la materia biológica consumada a través de las nuevas biotecnologías, nanotecnología e ingeniería genética que, en un sentido amplio, dicho modelo se refiere al conjunto de las actividades económicas relacionadas con la invención, el desarrollo, la producción y el uso de productos y procesos biológicos (OECD, 2009). De allí, que las biotecnologías aparecen claramente como las tecnologías del futuro generadoras de nuevos conocimientos que dan lugar a diferentes aplicaciones de gran trascendencia para la humanidad (Barrere et al., 2009); cuya integración de aplicaciones, en todos los campos, puede contribuir con el alcance de los desafíos planteados por la bioeconomía para dar respuesta a las crecientes necesidades socioeconómicas en cuanto a salud, alimentación, energía y medio ambiente (OECD, 2009; Anlló y Fuchs, 2013; Loray, 2015).

Por muchas razones se plantea la gran utilidad de la biotecnología no sólo en la elaboración de productos esenciales para la salud como fármacos y vacunas, sino también en el incremento de la cantidad y calidad de los alimentos (ProsperAR, 2009); además de sus aplicaciones en diversos campos a nivel industrial, incluyendo los biocombustibles, que dan lugar al fenómeno global e integral que fundamenta a la bioeconomía direccionada a contribuir sustancialmente con el bienestar social de gran trascendencia para la humanidad (Bisang et. al., 2009).

Cabe mencionar que en el año 2005 la CE designó el estudio "Biotecnología para Europa" (BIO4EU) con el fin de abordar tópicos relacionados con las consecuencias, oportunidades y desafíos de la biotecnología moderna para el continente, el cual ha sido bastante utilizado a favor de un mayor apoyo a la bioeconomía emergente (Zika et al., 2007). Sin embargo, Latham y Wilson (2007) criticaron notablemente el informe BIO4EU por no ofrecer pruebas suficientemente

sólidas sobre las perspectivas de la bioeconomía, agregando además que la biotecnología moderna discutida en dicho informe no es particularmente sostenible en sus configuraciones; con lo que desafiaron abiertamente las visiones optimistas del modelo bioeconómico, tanto en términos de la posibilidad de una revolución industrial como para impulsar el desarrollo sostenible, al afirmar que hay pocas perspectivas reales y sustanciales, pero sí más futuro de fantasía.

Lo cierto es que hoy en día, existe la idea de que la biotecnología del futuro presenta mucho más retos con respecto a los sectores ya desarrollados hasta la fecha. En este aspecto, dentro de las aplicaciones en la producción primaria se pueden destacar aquellas que buscan desarrollar nuevas variedades de plantas (cereales y oleaginosas) con el fin de obtener cultivares con mayor tolerancia a herbicidas y resistencia a pestes; así como también lograr aportes a la industria forestal, a través de la hibridación y multiplicación; además de buscar avances relacionados con la cría de animales en el campo de la identificación de algunas características particulares como la terneza de la carne, el contenido de grasa, la capacidad de producción láctea, entre otros (Loray, 2015). Aunado a esto, para el sector salud se han logrado avances en el plano biotecnológico a nivel de biofarmacia, diagnósticos, farmacogenética, alimentos funcionales o nutracéuticos y aparatos médicos (Anlló y Fuchs, 2013).

Las aplicaciones de la biotecnología en la producción industrial se localizan en aquellos procesos que utilizan química o biomateriales, como bioplásticos, con una importante reducción de costos, menor demanda de energía y menor impacto ambiental por algunos avances conocidos como biorremediación y biosensores, los cuales permiten remediar la contaminación de algunos procesos industriales; destacando además, el rol activo de las aplicaciones biotecnológicas para la producción de biocombustibles en la medida en que el desarrollo potencial del sector requiere de la modificación de granos para lograr incrementar la cantidad y calidad de los combustibles obtenidos; así como también, en las mejoras del proceso de conversión de la biomasa en bioenergía (Anlló y Fuchs, 2013; Tedoldi y Loray, 2014).

Por otra parte, ya para la década pasada Smolker (2008) había expresado su preocupación por la magnitud de la futura demanda de biomasa, al sostener que: “si simplemente sustituimos energía

de biomasa vegetal por energía de combustibles fósiles, estamos condenados”. Así, esta autora consideró que la industria estaba cada vez más interesada en reemplazar los combustibles fósiles por biomasa partiendo de la agricultura a gran escala, siendo improbable alcanzar las cantidades de biomasa necesarias para la bioeconomía proyectada, sugiriendo reorientar el modelo agrícola hacia sistemas multifuncionales que pudieran proveer comodidades para las prácticas agrícolas y servicios ecológicos, junto con la producción de biomasa (Jordan, 2007), como visiones alternativas de la bioeconomía conectadas profundamente al entendimiento de oportunidades y riesgos.

Los factores que obstaculizan y apoyan la bioenergía están estrechamente relacionados con las oportunidades y los riesgos generales para la bioeconomía como un todo. Si bien la utilización de la biomasa para obtener energía a menudo da múltiples beneficios, los potenciales impactos negativos relacionados con la producción de bioenergía se han sentido en áreas que incluyen seguridad alimentaria, biodiversidad y calidad de agua (IRGC, 2008; WBGU, 2009; Kampman et al., 2010). La actualización de estos impactos depende en gran medida del diseño e implementación de los sistemas de bioenergía (UNEP, 2010a). Además, la medida para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero depende en gran medida de la tecnología y de las prácticas usadas para el manejo de los recursos (WBGU, 2009; Bauen, 2009; Kampman et al., 2010). Los impactos de los sistemas de bioenergía son complicados, no sólo por el crecimiento del comercio internacional, sino también por la creciente competencia por los recursos de biomasa (CC, 2010; De Jong, 2010); así, en cierto modo, la bioenergía puede ser considerada un caso de prueba para la bioeconomía, en particular en lo que respecta al cumplimiento de los objetivos de sostenibilidad.

La bioenergía y los biocombustibles para los medios de transporte han sido un tema de gran debate en todo el mundo (Roshental, 2007; RFA, 2008; Börjesson et al., 2009; Solomon, 2010; WWF, 2012), sobre todo en lo relacionado con los biocombustibles de primera generación; siendo las políticas de la UE un gran motor propulsor en la introducción de combustibles de base biológica para el transporte. Como parte del paquete de medidas, sobre clima y energía para finales de la década pasada (EC, 2008), en particular la Comisión Europea estableció como objetivos alcanzar un 20% de energías renovables y un 10%

de combustibles renovables (incluidos los biocombustibles), para la gasolina y el diesel utilizados en los medios de transporte, como consumo total para 2020 en ese continente (EC, 2009). Sin embargo, Edwards et al. (2008) plantearon serias dudas sobre los biocombustibles en Europa en lo que respecta a los costos económicos, la disponibilidad de materia prima, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), la sostenibilidad de los sistemas de producción y los impactos sobre el suministro de alimentos y la biodiversidad. Los efectos indirectos, como las emisiones de GEI asociadas con el uso del suelo, conllevaron a un mayor análisis (Birdlife, 2010; Croezen et al., 2010; Kampman et al., 2010), cuyos cuestionamientos se intensificaron a medida que los sistemas de bioenergía continuaron su expansión global (McCormick y Kautto, 2013).

De acuerdo a lo indicado por Mathews (2009), las innovaciones relacionadas con los biocombustibles impulsarán la transición de la petro-economía hacia la bioeconomía, donde se incluirán el uso de residuos agrícolas como materias primas y la utilización de cultivos perennes mixtos, en lugar de monocultivos, anuales para preservar el suelo. Por otra parte, el mismo autor enfatizó el enorme alcance de los biocombustibles y la bioenergía para potenciar el reemplazo de los petro-combustibles conllevando a cambios bien prominentes en la productividad de los recursos dentro del sector agrícola, cuyo desempeño será de importancia clave.

Los hallazgos de Edwards et al. (2008), apoyaron fuertemente los criterios de sostenibilidad para los biocombustibles junto con el seguimiento continuado del desempeño en dicha sostenibilidad. En el año 2009, la CE estableció criterios vinculantes de sostenibilidad para los biocombustibles dentro de la Directiva de Energía Renovable (DER) (EC, 2009). Estos criterios de sostenibilidad incluyen requisitos para los biocombustibles destinados a los medios de transporte público con el fin de reducir las emisiones de GEI al menos en un 35% en relación con los combustibles fósiles; además de estimarse un aumento para las nuevas instalaciones de producción de 50% para 2017 y de 60% para 2018, indicándose también que los biocombustibles no deben obtenerse en zonas con altas poblaciones de carbono o biodiversidad (EC, 2009; EC, 2010a). Un enfoque diferente se eligió en cuanto al uso de la biomasa sólida y biogás para electricidad, calefacción y refrigeración;

donde la CE aún está considerando la necesidad de requisitos para el alcance de sostenibilidad en la DER; sin embargo, sólo se han hecho recomendaciones a los Estados Miembros por si tienen la intención de aplicar individualmente criterios de sostenibilidad para la biomasa sólida y biogás (EC, 2010b).

La bioenergía aún constituye el principal producto con mayor demanda de biomasa, en tanto que, para los últimos años ha incrementado su demanda para la sustitución de los productos a base de petróleo en diversas áreas industriales. Al respecto, la empresa Coca-Cola ya está utilizando un 30% de biomasa en el plástico PET (más conocido por sus siglas en inglés: polyethylene terephthalate) de sus botellas; mientras que en la industria automotriz, Toyota y otras marcas, han comenzado a reemplazar el plástico a base de petróleo por bioplástico (Virchow et al., 2014).

Vinculado a la sostenibilidad, se argumenta que las percepciones sociales de la bioenergía (y la bioeconomía) influenciarán significativamente la evolución del mercado. No obstante, este tipo de actitudes no son estáticas y pueden cambiar incluso rápidamente. Por otra parte, las percepciones sociales se conectan a la incertidumbre política y a la regulación de apoyo. Los políticos responsables persisten en mantenerse reacios a establecer o mantener fuertes políticas de apoyo a la bioenergía y biocombustibles para el transporte o a la bioeconomía en su conjunto si hay una falta de aceptación social y, más aún, si hay oposición pública y comunitaria directa. Esto sigue siendo un desafío permanente cada vez más difícil para los defensores de la bioenergía y la bioeconomía. Por lo tanto, responder a las preocupaciones públicas sobre la ampliación de la utilización de la biomasa con fines energéticos en la bioeconomía es un área clave para la acción.

El Modelo Bioeconómico en América Latina

La región de América Latina, también llamada Latinoamérica, está conformada por los países del continente americano que abarcan desde el cono sur hasta México, junto algunas islas incluyendo Cuba, Costa Rica y Haití; por las cuales esta región es conocida más ampliamente como América Latina y el Caribe (ALC), caracterizada por una gran diversidad geográfica y biológica en una superficie de más de veinte millones de Km², aproximadamente el 13,5% de la superficie emergida del planeta, donde se encuentran prácticamente todos los climas con algunos de los ríos más grandes del mundo y habitan numerosas especies tanto animales como vegetales (Wikipedia, 2015).

De acuerdo con datos del Banco Mundial, se tiene que la transferencia de flujos netos de inversión extranjera directa, para algunos países de América Latina en el año 2012 quedó establecida en el orden: Brasil (76.111 millones de dólares us), Chile (30.323 millones de dólares us), Colombia (15.823 millones de dólares us), México (12.659 millones de dólares us), Argentina (12.551 millones de dólares us) y Venezuela (2.199 millones de dólares us), correspondiendo a éste último tan sólo 1,5% en comparación con 50,8% de Brasil como líder; mientras que sólo China presentó un nivel de flujos de inversión extranjera directa de 253.475 millones de dólares us (World Bank, 2012). En tanto que según datos más recientes de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) para el año 2014, en conjunto con la diferencia relativa con respecto al año 2013, se tiene el orden: Brasil (62.495 millones de dólares us, 2%), México (22.795 millones de dólares us, -49%), Chile (22.002 millones de dólares us, 14%), Colombia (16.054 millones de dólares us, -1%), Argentina (6.612 millones de dólares us, -41%),

Ecuador (774 millones de dólares US, 6%), Venezuela (320 millones de dólares US, -88%) correspondiendo a este último la mayor caída en el 2014; siendo la segunda mayor, luego de Suriname con -97%, para ese mismo año; mientras Brasil continúa como el mayor receptor (CEPAL, 2015b).

Las empresas transnacionales constituyen un actor clave para la transición hacia un desarrollo sostenible, tanto por su peso en la economía de la región como por los sectores donde operan debido a que poseen tecnologías para ayudar a reducir el impacto ambiental, además de capacidad de innovación para una producción más limpia y baja en carbono. De esta manera se hace necesario concretar modelos de negocio sostenibles tomando en cuenta favorecer el equilibrio entre las estrategias empresariales y los objetivos de desarrollo de los países receptores de inversión extranjera directa para aprovechar mejor las potencialidades de estos flujos, lo cual obliga a generar políticas públicas globales que permitan articular los objetivos macroeconómicos, productivos, sociales y ambientales que favorezcan la diversificación de la estructura productiva con la inclusión social (CEPAL, 2015c), que en conjunto conforman las bases del modelo bioeconómico.

A pesar de la gran relevancia que el fenómeno bioeconómico ha tenido en muchas partes del mundo y principalmente en Europa, en la mayoría de los países de ALC su concepto ha recibido poca atención; exceptuando a Brasil y Argentina como los más próximos en cuanto a visión establecida o estrategias nacionales sobre biotecnología y bioenergía (CEPAL, 2015a). Sin embargo, desde inicios de la presente década, la percepción del concepto de la bioeconomía ha ido incrementándose cada vez más como una oportunidad para la creación de nuevas fuentes de crecimiento económico y social equitativo, debido principalmente a la gran fortaleza de los recursos naturales que la caracterizan y han conllevado a una diversidad de eventos y programas orientados a discutir y analizar las grandes oportunidades brindadas por la región para potenciar su modelo.

Entre algunos de los eventos llevados a cabo, con la participación de representantes de ALC y de la UE a nivel científico, se encuentran la “Reunión de Grupo de Expertos sobre los Usos Industriales de Plantas para el uso de Bio-materiales”, realizada en la ciudad de Salvador (Brasil) en diciembre del 2007, y la “Reunión de Expertos sobre Aplicaciones

Tecnológicas para la Explotación de la Biodiversidad”, llevada a cabo en la ciudad de Concepción (Chile) en noviembre del 2009; mientras que en paralelo, el Proyecto ALCUE-FOOD EC FP6 también convocó una “Reunión Bi-regional de Expertos: Hacia una Bioeconomía Latinoamericana Basada en el Conocimiento” que se llevó a cabo en la ciudad de Buenos Aires (Argentina) (2008), como un complemento a los eventos previos que sirvieron de base para la implementación del proyecto FP7 ALCUE-KBBE (2011) con el fin de construir una plataforma bi-regional de cooperación para acompañar la introducción, validación e implementación de la bioeconomía en la región mediante la colaboración de grupos de interés, actores y expertos claves de un consorcio de siete organizaciones de ALC y cinco de la UE, de allí sus siglas ALCUE; al cual, tres meses más tarde, le continuó el “Simposio de la Asociación Internacional de Economistas Agrícolas (IAAE)”, en la ciudad de Cali-Colombia (Trigo y Henry, 2011).

En ese mismo orden de ideas, unos años más tarde continuaron estos eventos con el “Simposio de Bioeconomía en América Tropical” en la ciudad de San José-Costa Rica en octubre de 2013, desarrollado en el marco del Proyecto Red de Investigación de Latinoamérica, el Caribe y la Unión Europea (ALCUE NET), donde se abordaron las siguientes áreas temáticas: producción de biomasa, transformación de la biomasa, biovalorización, cooperación birregional en ciencia y tecnología en conjunto con una gran asistencia en bioeconomía y, por último, las oportunidades y necesidades para llevar a cabo el desarrollo de políticas relacionadas (ALCUE, 2013).

La reunión de expertos más reciente, también desarrollada en el marco de ALCUE NET, fue la “Conferencia Internacional Bioeconomía América Latina y el Caribe: Oportunidades para la Agricultura y la Agroindustria”, la cual tuvo como escenario a la ciudad de Santiago de Chile en octubre de 2015; donde países como Ecuador y Venezuela estuvieron entre los grandes ausentes en representación en una discusión central versada sobre el potencial de la bioeconomía como marco de referencia para las políticas y estrategias de desarrollo e innovación en la agricultura y la agroindustria para América Latina y el Caribe hacia la consecución de los logros siguientes: 1) presentación de los orígenes, evolución y alcances del concepto de bioeconomía como marco para las políticas de innovación y desarrollo (I+D); 2) presentación

de estrategias de bioeconomía en Europa y países emergentes y sus lecciones para ALC; 3) destacar el potencial de la bioeconomía para fortalecer la competitividad de la agricultura y la agroindustria, promoviendo un desarrollo sostenible e inclusivo, que contribuye a la descarbonización de la economía; 4) conocer el estado actual de la situación en países de ALC con miras al desarrollo de estrategias de bioeconomía y 5) discutir mecanismos de colaboración para promover el desarrollo de estrategias de bioeconomía en países de ALC (CEPAL, 2015a).

América Latina es una región privilegiada por su vasta inmensidad en recursos naturales que la convierten en una enorme reserva mundial, siendo imprescindible la instauración de políticas en materia científico-tecnológica adecuadas para cada país debido a la gran heterogeneidad existente con respecto a la dotación individual de estos recursos; siendo una situación ya vislumbrada desde más de cuatro décadas atrás cuando Sábato y Botana (1970), establecieron que “el uso inteligente de los recursos naturales, de las materias primas, de la mano de obra y del capital, así como los problemas de las economías de escala, requieren investigaciones específicas para cada país”. Estas mismas ideas lograron ser reafirmadas cuatro décadas más tarde cuando Pérez (2010), haciendo referencia a la desigual distribución de los recursos naturales existente en los países latinoamericanos, indicó que “... podría transformarse en un futuro exitoso de tecnologías complejas, variado perfil exportador y elevado crecimiento si se aprovecharan de manera inteligente las ventajas de poseer recursos naturales”.

De esta manera, también se ha propuesto que el impulso de avance hacia el desarrollo de los países de la región está basado en el establecimiento de estrategias integrales para la utilización “inteligente” de las ventajas que ofrecen los recursos naturales para un uso eficiente de los mismos con el fin de financiar la formación del capital humano, junto con las tecnologías de avanzada (Pérez, 2010), conducentes a la mejora gradual de la estructura productiva a través del aumento del nivel de calidad, innovación, articulación, complementación y productividad tecnológicamente dinámica y sustentable (Pérez et al., 2013), que edifican a la bioeconomía.

Los Recursos Naturales de ALC: el Acceso a la Bioeconomía Mundial.

El desarrollo basado en el modelo bioeconómico está dirigido a contribuir a la conservación y al uso sostenible de la biodiversidad a través de la promoción del comercio, la inversión en productos y servicios, además de reducir la dependencia de combustibles fósiles y recursos no renovables por medio de la transformación del conocimiento de las ciencias de la vida en productos nuevos, sostenibles, ecoeficientes y competitivos; donde los componentes principales lo constituyen los recursos naturales junto con las capacidades de producción de biomasa para su posterior conversión en productos útiles para la humanidad con beneficios socio-económicos equitativos.

Puesto que la gran fortaleza de los países que conforman la región de ALC yace justo en sus enormes reservas de recursos naturales, indudablemente que las oportunidades de desarrollo para la región la convierten en la principal puerta hacia la bioeconomía mundial.

Los recursos naturales constituyen las sustancias o materiales presentes en la naturaleza sin alteración humana, con características de utilidad o de valor para la humanidad, clasificados en general como no renovables (recursos inanimados o no vivos como minerales, petróleo, gas natural, etc) y renovables (recursos animados o vivos como fauna, flora, microflora, etc), donde estos últimos proveen la biomasa de gran importancia para la bioeconomía por su disponibilidad (oferta) y posible demanda para su utilización en los sistemas productivos (Hodson y Chavarriaga, 2014).

El modelo bioeconómico comprende lo relacionado a la producción de los recursos biológicos renovables y su transformación, que incluyen componentes de agricultura, silvicultura, pesca, producción de alimentos, pulpa y papel; además de aspectos relacionados con las industrias química, biotecnológica y energética. Los sectores de la bioeconomía tienen un fuerte potencial de innovación debido a la aplicación de una amplia gama de ciencias (biología, agronomía, ecología, tecnología de alimentos y ciencias sociales), tecnologías industriales (biotecnologías, nanotecnología, tecnologías de la información y la comunicación [TIC] e ingenierías), así como conocimientos autóctonos locales (EC, 2012).

En relación al planeta, la región de ALC tiene el 10% de la población en el 16% de la superficie terrestre mundial, lo que representa la tasa más alta de la superficie de la tierra por habitante; contiene el 28% de la tierra cultivable del mundo y el 33% del agua renovable, estimándose también que tiene el 31% de los 35 millones de km³ de recursos de agua dulce del planeta, mayormente en los ríos Amazonas (Perú-Colombia-Brasil), Paraná (Brasil-Paraguay-Argentina), Paraguay (Brasil-Bolivia-Paraguay-Argentina), Orinoco (Colombia-Venezuela), Uruguay (Brasil-Uruguay-Argentina), Magdalena (Colombia), San Francisco (Brasil) y Usumacinta (Guatemala-México); los cuales, excepto este último, se encuentran ubicados en Sur América (UNEP, 2010b; Hodson y Chavarriaga, 2014), cuya dotación hídrica es cada vez más importante para los escenarios futuros de cambio climático como un bien escaso de consumo humano e industrial, para hidro-energía, agricultura y en general para todas las especies biológicas proveedoras de biomasa.

En general ALC dispone de un patrimonio en capital natural de los mayores del mundo, caracterizado por una extraordinaria riqueza de recursos naturales representados en tierra, agua biodiversidad y una gran diversificación de culturas en creciente valor estratégico para un mundo de base biológica que le confiere a la región una fuente de crecimiento económico y el potencial para convertirse en el líder mundial en oferta de los servicios que le proporcionan sus ecosistemas y su biodiversidad hacia nuevos beneficios provenientes de esta conservación y manejo sostenible aprovechando las nuevas biotecnologías (Trigo y Henry, 2011), destacándose también en la producción y exportación de soya, azúcar, café, frutas, aves de corral, carne de res y, más recientemente, etanol (IDB, 2012).

La biodiversidad es esencial para la seguridad alimentaria, salud humana, suministro de aire y agua, además de contribuir al desarrollo económico y a los medios de subsistencia locales que incluyen reducción de la pobreza (CDB, 2010). En este aspecto, otra de las ventajas comparativas más importante de América Latina la constituyen sus abundantes recursos en biodiversidad que la convierten en una superpotencia al incluir a Brasil, Colombia, México, Perú, Ecuador, Venezuela y Bolivia dentro de los países denominados “mega diversos”; además de Panamá, Guatemala y Costa Rica que demuestran Índices de Biodiversidad Nacional bastante altos (Henry

et al., 2014a), donde este último a pesar de cubrir apenas el 0,03% de la superficie del planeta contiene cerca del 4% de la biodiversidad mundial, lo mismo que Canadá y Estados Unidos juntos (Saad, 2014). Esto aunado a que Centro América, con sólo 0,5% de la tierra, tiene 10% de la biodiversidad del mundo (Bovarnick et al., 2010). En tanto que, Sur América contiene más del 40% de la biodiversidad y más de una cuarta parte de los bosques del mundo; así como también a la Selva Amazónica, el área con la mayor diversidad biológica del planeta albergada en un aproximado del 60% por Brasil siendo uno de los países megadiversos, con la mayor biodiversidad a nivel mundial, y el segundo en número de especies endémicas con casi el 10% de todas las especies del planeta (Hodson y Chavarriaga, 2014).

En el cono sur también se ubican los Andes Tropicales como uno de los principales centros de domesticación de especies del mundo que contiene aproximadamente una sexta parte de toda la vida vegetal en menos de uno por ciento (0,8%) de la superficie terrestre en una extensión de 1.542.644 km², desde el oeste de Venezuela hasta el norte de Chile y Argentina, incluyendo grandes porciones de Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia; siendo que toda esta zona tropical no sólo ocupa el primer lugar en el mundo en diversidad y endemismo de plantas vasculares, aves, anfibios y total de vertebrados (excepto peces), sino que también es centro de origen de importantes recursos fitogenéticos andino-amazónicos que suministran aproximadamente el 35% de la producción mundial de alimentos agrícolas y de producción industrial incluyendo piña, papaya, banana, maíz, maní, frijol, tomate, papa, batata, yuca, además de cacao y café (Schuler et al., 2011; Henry et al., 2014a).

En esta subregión, además existe un importante número de especies de plantas con características funcionales y para usos terapéuticos, nutracéuticos, cosméticos y ambientales entre otros; que, en general, constituyen recursos con oportunidades muy significativas para explotación en forma sostenible con herramientas biotecnológicas avanzadas, reforzadas por el hecho del franco y acelerado crecimiento del mercado global de los productos naturales durante los últimos años (CONPES, 2009; Henry et al., 2014a). En este aspecto, muchas poblaciones rurales e indígenas dependen de la biodiversidad para su sustento, incluyendo agricultura, pesca y productos forestales no

maderables; además de que en sí, el conjunto inmenso de los recursos naturales de la región constituye un laboratorio excepcional para desarrollar productos y procesos que podrían proporcionar soluciones médicas para las generaciones actuales y futuras (Bovarnick et al., 2010; UNDP, 2010).

Adicionalmente, en la región de ALC se encuentra el arrecife Mesoamericano, el mayor arrecife de coral del hemisferio occidental y el segundo más grande del mundo después de la Gran barrera de coral ubicada en Australia, extendido a lo largo de la costa caribeña de México, Belice, Guatemala y Honduras conformando un refugio importante para numerosas especies protegidas o en peligro de extinción (WWF, 2016), como ecosistema que forma parte del hábitat de más de 350 especies de moluscos y más de 500 especies de peces (MissionBlue, 2016).

Los recursos naturales tienen importancia excepcional para el desarrollo social, cultural y económico de la humanidad, puesto que forman parte del patrimonio nacional de cada país y representan significativos valores ambientales, culturales y económicos. Las tecnologías y la forma como deben utilizarse enmarcan un creciente desafío para lograr un desarrollo sostenible, además de aspectos relacionados con la gobernabilidad, organización social y derechos humanos (Hodson, 2009). La biodiversidad y los ecosistemas ofrecen servicios ecosistémicos al proporcionar insumos de manera directa para la producción de sectores clave de la economía como agua, calidad del aire, fertilidad del suelo, polinización, control de plagas y enfermedades, crecimiento y multiplicación de especies alimenticias, reciclaje de nutrientes, suelos fértiles y prevención de la erosión; así como también para controlar los servicios con respecto a la regulación del clima, aguas, mitigación de tormentas, asimilación de residuos, entre muchas otras funciones (Schuler et al., 2011).

El uso y aprovechamiento sostenible de la diversidad biológica constituye uno de los pilares para el desarrollo de los países con alta biodiversidad en asociación con la implementación de mercados diversificados que favorezcan la calidad y el valor agregado de los productos obtenidos directamente, así como los servicios derivados de su utilización. En este contexto, es evidente que el inconmensurable capital de recursos naturales existentes en ALC la convierten en la región

que presenta las mayores ventajas en oportunidades para el desarrollo sostenible y crecimiento económico con grandes contribuciones hacia la promoción y establecimiento de la bioeconomía de referencia mundial.

Panorama General de la Bioeconomía en ALC con Base en el Conocimiento.

Las sociedades de América Latina tienen entre sus retos actuales aumentar el uso de las tecnologías como una poderosa herramienta para una mayor producción dentro del contexto de sostenibilidad ambiental, junto con la creación de nuevas fuentes de crecimiento económico-social que son claves en la articulación de los recursos naturales y la subsistencia que han de cumplir la biodiversidad y los sistemas naturales para enfrentar otros desafíos como el cambio climático, la escasez de agua y la agricultura. De allí, que el uso sostenible de la biodiversidad conlleva a beneficios sociales hacia una mejor calidad de vida en cuanto a salud, seguridad alimentaria y reducción de la pobreza a la vez que se protege la diversidad natural (SCDB, 2010), para lo cual se hace necesario fortalecer la gestión de los ecosistemas, las consideraciones sobre el valor de los servicios ecosistémicos y de biodiversidad, además de la implementación de mejoras relacionadas con la capacidad técnica e institucional mediante recurso humano calificado a la par de una infraestructura de las más modernas equiparada dentro de un marco normativo proveedor de herramientas políticas que conduzcan hacia la integración con las nuevas tendencias de las áreas de agricultura, turismo, pesca y silvicultura (IDB, 2012).

La destacada abundancia de recursos naturales presentes en ALC la consolidan en una posición privilegiada de gran potencial para el establecimiento de una bioeconomía de las más sólidas y prósperas del mundo, cuyo éxito de desarrollo dependerá enormemente de las capacidades de su capital humano en relación con el manejo de la productividad y transformación de la biomasa en forma sostenible. La mayor parte del producto interno bruto (PIB) de ALC se genera en los países que dependen en gran medida de los ingresos fiscales provenientes de la producción y exportación de materias primas, donde siete de sus economías alcanzan aproximadamente el 85% del

PIB regional, en los casos de Brasil, Argentina, Chile, Colombia, México, Perú y Venezuela; siendo estos seis últimos participantes significativos de la producción y exportación de bienes básicos y materias primas para producir biocombustibles (UNEP, 2010b; IDB, 2012). En tanto que, de acuerdo con datos publicados por la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología para el año 2011 (RICYT, 2013), el PIB del gasto mundial en I+D se estableció en 2,18% y en 0,78% para la región de ALC, con inversiones que casi alcanzaron los 44 mil millones de dólares US para esta región representando tan sólo el 3,2% de la inversión total mundial expresada en paridad de poder de compra (PPC), concentrada mayormente en tres países: Brasil (63%), México (18%) y Argentina (11%) con una correspondencia en el PIB para estos países de 1,21%, 0,46% y 0,65%, respectivamente; mientras que estos valores para toda la Unión europea, Estados Unidos y sólo en Israel fueron 1,95%, 2,84% y 4,38% respectivamente.

Dada la gran heterogeneidad existente en la región de ALC, derivada de las características particulares de cada país que la integran, con respecto a naturaleza socio-económica, dotación en recursos naturales, políticas de desarrollo tanto en investigación e innovación (I+I) como en investigación y desarrollo (I+D), entre otras; es imposible que en la región pueda existir un modelo de desarrollo común para la bioeconomía. Sin embargo, en general todo el bloque de países comparten similitudes en desigualdad social y dependencia de las exportaciones de productos básicos, además compartir los mismos principios en cuanto al incremento de la producción y los rendimientos conducentes a la soberanía alimentaria con el fin de lograr mejores niveles de vida preservando el ambiente y recuperando los conocimientos locales, cuyas estrategias de alcance varían de acuerdo a cada país (Echeverría y Trigo, 2008; Bin et al., 2009; González et al., 2014).

Hoy en día, los recursos asignados a I+I continúan siendo significativamente diferentes entre los países desarrollados y en vías de desarrollo; sin embargo, estos últimos presentan un cambio en sus estrategias para el sector agrícola lo que también ocurre en China, India y en algunos países de ALC, donde la estructura de la investigación implementada varía de acuerdo con las políticas gubernamentales instauradas en cada país (González et al., 2014), donde aquellos con los mayores avances en I+D sobresaldrán del resto en cuanto a un mejor aprovechamiento de los recursos proveedores de biomasa.

La biomasa vegetal constituye una importante fuente de energía renovable cuyo potencial de aprovechamiento debe ser maximizado mediante las nuevas tecnologías para aplicaciones biotecnológicas a nivel industrial y ambiental (Ruane et al., 2010; Schuler et al., 2011), en función de fortalecer las debilidades padecidas por distintos países de la región de ALC en cuanto a I+D para mejorar la utilización de los avances en agricultura de conservación, promover el manejo sostenible de los suelos, reducir las emisiones de gases efecto invernadero de las actividades tanto agrícolas como forestales y mejorar la captura de carbono (secuestro de CO₂) en los suelos (EC, 2012).

La biotecnología agrícola comprende una gama de herramientas muy importantes utilizadas para aumentar y mejorar la capacidad de producción de alimentos y promover la sostenibilidad que incluyen mejoramiento genético de variedades vegetales y de poblaciones animales en función de incrementar sus rendimientos o la caracterización genética y conservación de recursos genéticos (Ruane et al., 2010). En las zonas agrícolas tradicionales, la biotecnología moderna ofrece una oportunidad para aumentar la productividad y reducir significativamente el uso de insumos químicos agrícolas con mejoras de los sistemas agrobiológicos naturales (Roca et al., 2004); siendo algunos de los avances biotecnológicos la identificación de genes de interés para la producción de cultivos (como resistencia/tolerancia a plagas y enfermedades), mejora del valor nutricional, obtención de compuestos de interés y mejora de las calidades industriales o de procesamiento, entre otros. A esto también se agrega la producción de biofertilizantes y bioplaguicidas como una industria promisoría de alto potencial en América Latina para prácticas ecológicas y sostenibles que reducen el uso de productos químicos contaminantes (Hodson y Chavarriaga, 2014).

Las biorrefinerías son instalaciones, esencialmente similares a las refinerías de petróleo, destinadas a transformar la biomasa en un amplio espectro de bioproductos o de energía comercializable (Trigo y Henry, 2011). De gran interés mundial es el desarrollo de combustibles de segunda generación, que son los derivados de la biomasa lignocelulósica (LC) no comestible, ya sea residuos de explotación forestal o de producción de cultivos alimenticios tales como el maíz o la cascarilla de arroz, o también la biomasa de plantas completas como hierbas

o árboles cultivados específicamente para propósitos de biocombustibles. Durante la presente década, se ha considerado que de estar disponible para el 2030 la segunda generación de biocombustibles, basados mayormente en residuos de biomasa, se evitaría la expansión de tierras agrícolas previstas para la producción de biocombustibles y habría una reducción de plaguicidas, fertilizantes, agua y de los consecuentes impactos en biodiversidad y ecosistemas (OECD, 2010), para lo cual se requieren estrategias basadas en el conocimiento de las tecnologías modernas para su uso intensivo.

En América Latina, los sistemas de investigación agrícola de hoy se componen de una nueva y distinta gama de actores que incluyen universidades, institutos, centros de investigación, organizaciones no gubernamentales y, en menor grado, al sector privado; siendo que, paralelamente, también han cambiado los tópicos de investigación por temas ahora centrados mayormente en el cultivo y/o producción de variedades mejoradas para aumentar la productividad y generar mejoras tanto a nivel socio-económico como ambiental que reflejan las capacidades tecnológicas dentro y fuera de las fronteras.

No obstante, el hecho de que ALC sea una región bastante heterogénea ya de por sí, en consecuencia, existen diferencias marcadas con respecto a las capacidades de los sistemas de investigación agrícola entre los países, cuya explicación podría estar en las políticas y herramientas que coordinan dichos sistemas; siendo otro punto importante el de las capacidades de las instituciones (disponibilidad de infraestructura, recursos financieros y humanos), donde las diferencias son significativas entre países con elevado apoyo institucional como Brasil y México en comparación con Paraguay o Panamá. En el caso particular de Brasil, a lo largo de las últimas décadas los gobiernos gradualmente convirtieron el apoyo a la investigación agrícola en una política de Estado lo que explica el aumento de las capacidades de I+D que hoy tiene este país (González et al., 2014).

Adicionalmente, en una evaluación llevada a cabo por Stads y Beintema (2009), a finales de la década pasada para reunir cifras que relacionarán las capacidades agrícolas públicas y la inversión en 15 países de ALC, los resultados reflejaron la destacada posición de Brasil para los recursos invertidos en I+I+D en relación con el resto de los países; además, de reflejar también que la mayor parte de la

investigación e innovación agrícolas son ejecutadas y financiadas por el sector público. Aunado a lo anterior, el mismo estudio determinó que del total de los investigadores agrícolas existentes en estos 15 países para el año 2006, el 70% estaba concentrado en Brasil. Adicionalmente, el estudio también indicó que de todo el personal contratado en la investigación agrícola, el 33% tienen un Ph.D, el 32% una maestría y el 34% una licenciatura; siendo que para la última década, Argentina y Uruguay han sido los países con las tasas de crecimiento más altas de personal calificado, en comparación con los países de América Central con las tasas de crecimiento más bajas.

Otro detalle de importancia, con respecto a la situación de I+D en ALC, está relacionado con la ilustración del número de publicaciones y de patentes, donde se encontró, que para finales de la década pasada, la región en conjunto produjo sólo el 20% de las publicaciones de Estados Unidos; las cuales, en su gran mayoría, pertenecen a tres países: Brasil, Argentina y México que concentraron las cuatro quintas partes (80%) del total de artículos científicos en toda la región (Stads y Beintema, 2009). En este mismo orden de ideas, de acuerdo a datos provenientes de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología para el año 2011 (RICYT, 2013), se tiene que la cantidad de artículos publicados en revistas científicas indizadas en el Science Citation Index (SCI) por autores de ALC aumentó en un 109% con respecto a los comienzos de la década pasada; lo cual se debe, en parte, a una mayor incorporación de revistas latinoamericanas en estas bases de datos, donde también destaca Brasil con el mayor crecimiento 140% en relación con el resto de los países de la región.

A pesar de que en relación a las patentes la diferencia es aún mayor, en base a datos más completos del banco mundial (World Bank, 2013), hay que destacar el marcado crecimiento de algunos países de la región desde inicios de la década pasada. Tal es el caso de Colombia con un número de patentes de 65 para el año 2001 que se duplicó en el 2010 a 133, con un subsecuente aumento a 251 en el 2013 lo que representa un incremento total cercano al 400%. Otro caso notable corresponde a México con un número de 534 patentes en el 2001 que se duplicó en el 2011 con 1.065 y continuó ascendiendo al año siguiente a 1.294 finalizando con 1.210 para el 2013, la cual casi duplica a Argentina (643 patentes), siguiéndole en posición a Brasil con 4.959 que, para ese

mismo año 2013, corresponde a las dos terceras partes (66,0%) de toda la región de ALC; a la cual, le corresponde el 2,6% con respecto a Estados Unidos (287.831) y el 1,1% con respecto a China con la mayor cifra a nivel mundial (704.936), superando ampliamente a Estados Unidos por más del doble para ese mismo año 2013 (World Bank, 2013).

Por otra parte, desde mediados del siglo pasado, algunos gobiernos de la región establecieron fondos nacionales con fines de fomentar la innovación y estimular la adopción de tecnologías, donde sobresale Brasil como líder con 14 fondos de promoción de sectores estratégicos o prioritarios de la economía y, además, 2 fondos horizontales destinados para la implementación de áreas importantes concernientes con actividades de I+D, tales como infraestructura y cooperación universidad/empresa, gestionados en forma compartida a través de representantes del sector privado, del ministerio involucrado y del mundo académico; siendo también aplicados en Argentina por medio del Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR), financiado con recursos públicos que buscan generar agrupaciones, alianzas y empresas de apoyo para subvenciones públicas (Trigo et al., 2013).

En países como México, existe el programa de presupuesto Sistema Nacional de Investigación Agrícola (SNIA), que forma parte de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA); cuya función es asignar recursos para estimular la adopción de tecnologías en tres instrumentos políticos que incluyen al Fondo Sectorial de Investigación en agricultura, ganadería, acuicultura, biotecnología agrícola y de los recursos fitogenéticos (SAGARPA-CONACYT Fondo Sectorial); al Sistema Nacional de Investigación y Transferencia Tecnológica para el desarrollo rural sustentable (SNITT) y a los acuerdos científicos de cooperación. Los recursos asignados a la I+D provienen de los fideicomisos existentes en los Fondos Sectoriales, constituidos entre las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT); siendo el SNITT responsable de coordinar y programar las diferentes acciones desarrolladas por las distintas organizaciones del sector público, privado y social conducentes a la promoción y realización de las actividades científico/tecnológicas para la transferencia de conocimientos en el sector agrícola (CONACYT, 2012).

Otros países como Colombia están tratando de desarrollar este tipo de mecanismos (fondos de innovación), complementados con estrategias como los incentivos parafiscales, como una forma de articular esquemas de inversión adecuados a sus condiciones; donde la contribución del sector privado es una característica distintiva de gran importancia para la investigación agrícola en este país, la cual se canaliza mediante las asociaciones de los subsectores agroindustriales que han sido razonablemente sostenibles en el tiempo. Estos fondos parafiscales, provenientes de gravámenes obligatorios o voluntarios a la producción o exportación, no forman parte del presupuesto nacional por lo que se consideran recursos privados administrados por las asociaciones de productores, quienes gestionan su asignación entre las distintas iniciativas de acuerdo con los tópicos abordados para investigación, extensión, control sanitario, promoción de exportaciones, estabilización, entre otros, que además incluyen beneficios socioeconómicos de los productores (González et al., 2014).

Por otra parte, durante la década de 1990, Chile creó el primer Programa de Ciencia y Tecnología para dar respuesta al objetivo del Gobierno de aumentar el crecimiento económico y mantenerlo mediante el incremento de la productividad que inició con tres fondos competitivos: Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo (FONTEC), Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDEF) y Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT). Subsecuentemente, para mediados de esa misma década, la Ciencia y Tecnología del Sistema Nacional de Innovación pasó a formar parte del Programa de Innovación Tecnológica (PIT), que constituye un componente básico de la estructura política del gobierno para el desarrollo científico y tecnológico. Mediante la introducción de fondos competitivos hacia el PIT se busca consolidar la pertinencia de los proyectos de ciencia y tecnología, canalizar un rápido desarrollo de la innovación tecnológica, fomentar la participación del sector privado, modernizar las instituciones públicas y colaborar con la formación de recurso humano calificado.

No obstante, debido a que la participación del sector privado sigue siendo baja en comparación con los países desarrollados, en los últimos años los fondos han desplegado diferentes estrategias con el fin de reforzar la colaboración privada y la difusión de los

resultados. De esta manera, por medio de Innova, CORFO creó un fondo de negociación y consolidación de proyectos que implicaban alianzas públicas y privadas para financiamiento de 12 meses, mientras que FONDEF (línea de financiación CONICYT) inició una línea de transferencia de tecnología para los proyectos que hubieran completado con éxito la fase de investigación; aunado a lo anterior, el fondo de donaciones es cada vez más exigente en sus acciones para que el sector privado proporcione nuevos recursos a la investigación para generar un mayor compromiso de su participación en las alianzas, junto con las nuevas tendencias por la implementación de estrategias vinculadas a los ámbitos de innovación para un mejor aprovechamiento de las futuras oportunidades (World Bank, 2011; Chavarriaga y Valbuena, 2013; El Tiempo, 2013).

Entre algunas de las generalidades necesarias de resaltar, para el bloque de países que conforman a la región de ALC, se tiene que la mayor capacidad en I+D está concentrada en México y el Cono Sur, específicamente en Brasil, Argentina y Chile; donde Brasil es el líder indiscutible al contar con recursos financieros considerables y el potencial de actuar como canalizador de iniciativas en toda la región que pueden servir de beneficio indirecto a sus vecinos con poco apoyo financiero fomentándose las medidas de cooperación internacional en cuanto a la relación proveedor/comprador de tecnología.

Otra característica de la región, la constituye la desigualdad existente en cuanto a oportunidades dentro del sector laboral que han dado origen a una migración de talento hacia países mucho mejores económicamente, que en el caso de Venezuela ha sido particularmente bien pronunciada desde inicios de la década pasada cuando el gobierno inició la adquisición o toma forzosa (expropiación) de bienes privados, al pretender imponer un proyecto denominado “socialismo del siglo XXI”, con lo que poco a poco se inició el desmantelamiento del aparato productivo de todo un país (GORBV, 2002; Debia, 2010; Informe-21, 2012; The Economist, 2016), con la consecuente mutilación de la diversificación económica provocada por la descomunal bonanza petrolera existente durante los años 2000-2014 (Oliveros, 2016), que conllevó a la implementación de políticas erradas con gestiones de I+D marcadamente débiles mantenidas bajo un entorno institucional bastante ajeno a los conocimientos básicos de una verdadera estructura gerencial al servicio

de toda una nación que inevitablemente desencadenó en la peor de las pesadillas jamás vivida desde el derrocamiento de Marcos Pérez Jiménez en enero de 1958 (Venciclopedia, 2015), donde sólo le queda a la historia juzgar el desempeño de estos últimos gobiernos. No obstante, a pesar de que finalmente hoy al ejecutivo nacional de Venezuela no le quedó de otra que reconocer el nefasto y estruendoso daño cometido a este país (El País, 2016; Sumarium, 2016a); pareciera que, dentro de este ejecutivo, los encargados de la toma de decisiones prefieren continuar aferrados a seguir por el mismo camino ensombrecido a través del cual condujeron al país a la debacle socio-económica actual (Cabrera, 2016; NotiActual, 2016; Noticias, 2016; Oliveros, 2016; Sumarium, 2016b).

Desde inicios de la presente década, gran parte del capital humano venezolano altamente calificado decidió buscar mejores formas de vida en otros países, fenómeno migratorio que podría entenderse como “fuga de cerebros” (Guidi, 2009); donde Ecuador ha sido el principal receptor con la implementación de sus políticas gubernamentales para fortalecer la investigación, la docencia y la transferencia de conocimientos a través del Programa Prometeo (Prometeo, 2015). En este caso, Ecuador está implementado las verdaderas políticas gubernamentales de inversión en I+D totalmente opuestas a lo ocurrido en otros países de ALC como Venezuela, donde sus gobiernos, para las últimas dos décadas, prefirieron apostar toda su base económica a un solo recurso fósil (petróleo); cuyos precios por barril, de acuerdo con el BCV (2016), desde junio-2014 (99,1 \$US) fueron cayendo significativamente hasta septiembre-2015 (41,1 \$US), situándose para mediados de enero-2016 en 24,4 \$/barril (MPetroMin, 2016).

Adicionalmente, el informe del ente central bancario venezolano indicó una significativa caída en el PIB (-7,1%) para el tercer trimestre-2015; además de también señalar: “...se hace necesario hallar nuevas vías que diversifiquen la economía y rompan con los casi cien años del modelo rentista petrolero. El objetivo es dejar de ser un país con volúmenes de importaciones importantes para convertirnos en una nación con niveles de producción que sustenten la demanda nacional de los venezolanos..”; finalizando dicho informe con el párrafo: “El BCV considera que están dadas todas las condiciones para avanzar en este modelo productivo que genere bienestar social y beneficios para la población venezolana, en especial aquellos que no han logrado su inclusión en el sistema social establecido” (BCV, 2016).

Toda esta gama de detalles, de momento sitúan a Venezuela fuera de los márgenes de un desarrollo bioeconómico en un futuro cercano; mientras que en un país como Ecuador, a pesar de contar con mucho menos recursos naturales, su gobierno concibió un modelo económico de los más apropiados y cónsono con los privilegios para el ser humano que le han valido buenas reseñas por parte de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) a lo largo de los últimos años (América Economía, 2016). En este aspecto, se hace imprescindible resaltar la categórica y brillante formación profesional del Presidente de Ecuador en materia económica que incluyen dos maestrías, una realizada en Bélgica y la otra en Estados Unidos junto con un Ph.D; además de su destacada actuación como académico universitario y al frente de distintos organismos (Presidencia, 2014), que en conjunto lo han dotado de grandes capacidades muy bien implementadas a lo largo de su trayectoria política/gubernamental en pro de una eficiente gestión que lo han distinguido por sus grandes inversiones en conocimiento a nivel de ALC (Prometeo, 2015; Sosa, 2015; Salvador, 2016).

En el caso de Venezuela, uno de los países más dotados de ALC en cuanto a su gran diversidad de recursos, se podría traer a colación un señalamiento de la literatura económica al referir que la “maldición de los recursos naturales” está en concordancia directa con el subdesarrollo de los países de la región latinoamericana (OMC, 2010; Piñeiro y Bianchi, 2012). Sin embargo, si contrastamos la ya mencionada formación profesional del actual mandatario de Ecuador con la formación en ciencias y artes militares del anterior mandatario de Venezuela (Prensa Latina, 2013), esa podría ser la razón de sus alarmantes inversiones de gran parte del capital proveniente de la renta petrolera en material de defensa, incluyendo una diversidad de armas de fuego ante el terror del ciudadano común por el posible destino de las mismas por el temor de si caían en manos equivocadas, con un estimado de 15 mil millones de \$US hasta el año 2011 por compras provenientes de Bielorrusia, China, Cuba, España, Irán y Rusia con este último como el mayor proveedor (Política, 2011).

Asimismo al revisar lo poco encontrado sobre la hoja de vida del actual mandatario de Venezuela, quien hasta 1998 fungió en condición laboral de chofer en el “metrobus” de Caracas y desde donde el entonces presidente lo condujo a su vertiginoso ascenso político a partir de 1999,

al parecer sólo tiene estudios hasta el tercer año de bachillerato además de formación ideológica en Cuba durante su juventud (Martínez, 2013; Noticiasvzla, 2015). Sin embargo, a pesar de que muchos venezolanos consideraron como deplorable la hoja de vida del actual mandatario, su fallecido “mentor” lo consideró como el apropiado para continuar instaurando un “dinosaurio modelo” aún vigente sólo en la Isla de Cuba; donde, a lo largo de las últimas décadas muchos han preferido el riesgo de ahogarse para huir del mismo (Diament, 1999; Cosoy, 2015; Martí, 2015). Estos son sólo algunos detalles que durante la década actual, vergonzosamente, han catapultado a Venezuela como el país más corrupto de Latinoamérica (TI, 2014; TI, 2015; El Colombiano, 2016); el segundo más violento, antecedido por Honduras hasta el 2014 (NBC News, 2014); siendo hoy el más violento de la región de ALC y, muy probablemente, el más violento del mundo sin conflicto bélico (Informe21, 2015).

En base a lo referido anteriormente, indudablemente que en Venezuela más que existir la “maldición de los recursos naturales” en realidad lo único que ha existido es una tremenda “falta de inteligencia” en el manejo de las ventajas que ofrecen los recursos debido a la generalizada carencia de conocimientos económicos básicos en las esferas claves dentro del tren ejecutivo de los gobiernos que han imposibilitado el establecimiento de estrategias integrales para un uso eficiente de los mismos. A lo largo de las últimas dos décadas, esta situación se agudizó luego del disparo en los precios de la renta petrolera; cuyo patrimonio, en gran parte, se esfumó en provecho y derroche de la cúpula del poder quienes, a mediados de la década pasada e imaginando que su precio jamás bajaría, por ser mayoría en el congreso optaron por darle todos los poderes especiales al entonces presidente para que, en sus viajes alrededor del mundo, manejara a su antojo la petro-chequera de todos los venezolanos como si fuera su cuenta personal (Venezuela Real, 2006; Soto, 2008; Carreño, 2012; Flores y salgado, 2014; Hinds, 2014), conllevando así al país hacia una economía cada vez menos diversificada y más dependiente del petróleo.

En total pliegue a los dictámenes encomendados por herencia y en pleno conflicto fronterizo con Colombia, en septiembre de 2015 luego de la caída de uno de los 24 aviones sukhoi adquiridos a mediados de la década pasada, el actual gobierno continuó equipando al país

con armamento militar mediante la compra de 12 sukhoi más por 480 millones de dólares (La razón, 2015; Ybarra, 2015), con una cantidad similar adicional destinada al mantenimiento de toda esta flota de aviones sukhoi (El Aragüeno, 2015; Unión Radio, 2015). Según el Centro de Análisis del Comercio Mundial de Armas, con esta compra Venezuela se convierte en el segundo mayor importador de armas y equipo militar ruso entre los años 2012 y 2015 con un total de 3.200 millones de dólares (Sputnik, 2015). Toda esta serie de detalles están plasmados en absoluto respeto hacia los criterios propios de todos los posibles lectores; pero, se justifica este tipo de gastos en un país donde año tras año, a lo largo de la presente década, se han ido batiendo los records en inflación, escases de alimentos y productos básicos; muertes violentas e inseguridad; muertes por falta de tratamiento médico principalmente para el cáncer, detrimento de la calidad de vida ... y pare usted de contar.

De esta manera, se ha mantenido la irresponsabilidad en el manejo del patrimonio de todos los venezolanos con políticas no sólo en contra de las universidades, a través de recortes presupuestarios magnificados cada año (AVERU, 2013; González, 2015; FAPUV, 2016); sino también a favor del populismo y fomento de la ignorancia en vez de invertir en conocimiento y hoy sólo existe un país que atraviesa un enorme caos que ha golpeado todos los estratos y en particular a la clase media (González, 2015; Marín, 2015; NotiActual, 2016a; NotiActual, 2016b; Vinogradoff, 2016), en total contraste a lo realizado por el gobierno ecuatoriano con su renta petrolera y hoy disponen de una economía mucho más diversificada y de profesionales mucho más calificados (Andes, 2014; Sosa, 2015; Salvador, 2016).

En este aspecto, a lo largo de la presente década ha sido irrefutable que el gobierno ecuatoriano ha marcado pautas de transformación en sus políticas de capacitación profesional (Rivas, 2015b), en total antagonismo a las aplicadas en Venezuela, con un gobierno que sin ningún recato abiertamente ha mantenido su absoluta frontalidad en contra del Programa de Evaluación Internacional de Estudiantes, más conocido como PISA por sus siglas en inglés: Programme For International Student Assessment, para encubrir esta ineludible realidad (El Universal, 2012; Oppenheimer, 2013).

El PISA se originó en Europa, a inicios de la década de 1990 como una iniciativa de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), y consiste en evaluaciones trianuales realizadas a muestras globales de estudiantes de 15 años para valorar su desempeño en las áreas de lectura, matemáticas y ciencias con el fin de estimar cuan preparados están los jóvenes para los futuros desafíos globales sobre la base: “la educación que reciba hoy, será su economía mañana”; donde los resultados recientes muestran que mayormente los países asiáticos están al frente con los mejores sistemas educativos, mientras que Latinoamérica se sitúa en los últimos lugares como los peores en preparación educativa, estando Chile al frente, como el mejor en toda la región, antecedido en orden decreciente por México, Uruguay, Costa Rica, Brasil, Argentina, Colombia y Perú (BBC, 2013). Estos resultados constituyen un alerta para la implementación de reformas en los sistemas educativos, desde los inicios de la formación; donde de acuerdo con Therborn (2013), sería bien recomendable comenzar con un análisis profundo a nivel social basado en la desigualdad vital (nutrición, hambre, expectativa de vida, condiciones de salud, etc.), la desigualdad de recursos e ingresos y la desigualdad existencial, donde esta última expresa las condiciones de autonomía, dignidad, grados de libertad y derechos de reconocimiento y autodeterminación de las personas y grupos sociales.

Por otra parte, una situación común existente en la mayoría de los países de ALC ha sido la considerable disminución del gasto público en I+D que han experimentado a lo largo de los últimos años. No obstante, en Colombia, Uruguay y Perú, el descenso de inversiones para investigación por parte del sector público se presentó simultáneamente con un crecimiento de la inversión en ciencia y tecnología por parte del sector privado, lo que de cierto modo equilibró el mantenimiento de estas actividades (González et al., 2014).

En el caso específico de Colombia, a pesar de la existencia de un reducido número de empresas del área biotecnológica, el sector privado ha compensado este número a través de inversiones en la producción y comercialización de productos derivados de los recursos naturales convencionales (Zurbruggen et al., 2010); siendo un hecho bastante consistente de integración I+I que, en general, no existe en la mayoría de los países de la región debido a la carencia de mecanismos adecuados

para lograr una vinculación plena y efectiva entre los sistemas de investigación y los esfuerzos del sector privado. No obstante, la integración de estos dos sectores puede lograrse gracias al potencial que tienen las nuevas áreas relacionadas con la bioeconomía de generar herramientas que la faciliten, a modo de establecer los diferentes intercambios I+I+D y de cooperación internacional para fomentar el beneficio conjunto del bloque de países que conforman a toda la región de ALC, tomando en cuenta el alto grado de heterogeneidad existente entre y dentro de los países a manera de orientar las estrategias de capacitación del capital humano específicas y particulares, en función de las oportunidades bioeconómicas ya existentes y en pleno desarrollo en conjunto con sus potencialidades.

Impacto Ambiental y Desarrollo de la Bioeconomía en ALC.

A lo largo de los siglos, las actividades antropogénicas han depositado residuos y basura en la atmósfera, en la tierra y en el agua que han causado enormes gradientes de contaminación conllevando a consecuentes y serios efectos sobre las precipitaciones, las aguas superficiales y subterráneas con degradación de los ecosistemas naturales (ONU, 2006). No obstante, la problemática ambiental es global al igual que sus consecuentes impactos debido a los cambios ambientales, donde no existe respeto a las fronteras entre países, se repiten en todas partes del mundo con tal magnitud afectando al planeta en su totalidad y por ende a todos los habitantes (Landa et al., 2010). En tal sentido, el concepto de producción más limpia (PmL), es global y ampliamente utilizado como el enfoque donde los procesos son realizados de tal manera que el impacto medioambiental es tan mínimo como sea posible (Gijzen, 2000); para lo cual, es necesario considerar diferentes acciones tales como la selección adecuada de tecnología con el fin de mejorar la eficiencia de los procesos, el reúso de los residuos y la recuperación de la mayor cantidad de subproductos.

La Constitución de la Republica Bolivariana de Venezuela (CRBV, 2000), en su Capítulo IX, De los Derechos Ambientales, Artículo 127, establece: “Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro.

Toda persona tiene derecho tanto individual como colectivo, a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El Estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, los recursos genéticos, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica. El genoma de los seres vivos no podrá ser patentado y la ley que se refiera a los principios bioéticos regulará la materia”. En adición a lo anterior, resalta: “es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar a la población un ambiente libre de contaminación, donde las especies vivas, el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono sean especialmente protegidos de conformidad con la ley”.

En Tanto que la Ley Orgánica del Ambiente de la República Bolivariana de Venezuela (LOARBV, 2007), sostiene en su Artículo 12: “el Estado, conjuntamente con la sociedad, deberá orientar sus acciones para lograr una adecuada calidad ambiental para alcanzar condiciones que aseguren el desarrollo y el máximo bienestar de los seres humanos, así como el mejoramiento de los ecosistemas, promoviendo la conservación de los recursos naturales, los procesos ecológicos y demás elementos del ambiente en los términos establecidos en la Ley”. En complemento a lo anterior, es necesario tener siempre presente que el ambiente es un regalo dado a la humanidad para protegerlo y conservarlo, siendo necesaria una creciente sensibilidad para contrarrestar los devastadores efectos que puedan generar su deterioro, mientras se continúe manipulando a la grande y generosa naturaleza evitando la transformación de ecosistemas, la sobreexplotación, la transformación de hábitats, las políticas que sobreestimulan el uso del territorio y el excesivo desarrollo de proyectos de infraestructura (Andrade, 2011), a manera de garantizar un manejo adecuado y sostenible de los recursos.

Por otra parte, está bien establecido que la bioeconomía, al basarse en la utilización de la biomasa, ofrece oportunidades de desarrollo mayormente en las áreas rurales que consecuentemente inducen a la generación de empleos/ingresos para mejores niveles de vida de una sociedad menos dependiente de los recursos fósiles para satisfacer sus necesidades; siendo así, un modelo visionario en la manera de afrontar los retos relacionados con el incremento poblacional a nivel mundial y

sus demandas de productos, el agotamiento de los recursos naturales, el uso de la biodiversidad, la dotación y suministro de energía y, muy en especial, con la reducción de los efectos del cambio climático (Barrera, 2011).

Las actividades humanas contribuyen al cambio climático, primordialmente al descargar a la atmósfera cada año miles de millones de toneladas de dióxido de carbono (CO₂) y otros gases que atrapan el calor, conocidos como los gases de efecto invernadero, originados a partir de la quema de combustibles fósiles para la calefacción y la energía, la tala de los bosques, la fertilización de los cultivos, el almacenamiento de desechos en vertederos, la ganadería y la elaboración de algunos tipos de productos industriales; los cuales, en conjunto son responsables del calentamiento global y de sus impactos socio-económicos (EPA, 2015a).

De acuerdo con datos del Banco Mundial, para el año 2011 las emisiones de CO₂ para todo el planeta, en toneladas métricas per cápita, estuvieron en 4,7 tmpc. y en 2,4 para la región de ALC; muy inferiores a los datos registrados por los países miembros de la OCDE, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, en 9,9 tmpc. (World Bank, 2016a). Para algunos países específicos de América Latina como Brasil, el cual sustenta el mayor desarrollo de la región, tiene sus emisiones (2,2 tmpc.) ligeramente menores a Ecuador (2,4 tmpc.) y ambos están por encima con respecto a Colombia (1,6 tmpc.); en tanto que, en los casos de Argentina y Chile sus emisiones son iguales (4,6 tmpc.); mientras que Venezuela (6,4 tmpc.) ostenta el valor más elevado para Latinoamérica, bastante próximo a las emisiones China (6,7 tmpc.), correspondiendo un valor de 17,0 tmpc a los Estados Unidos el país con la mayor economía mundial (World Bank, 2016b).

Hoy en día está bien establecido que los cambios climáticos progresivamente han afectado las condiciones meteorológicas, al originar temperaturas medias más cálidas, con olas de calor más frecuentes y más largas hacia condiciones de vida peligrosamente extremas por la exposición a tormentas, inundaciones, fuertes vientos y otras amenazas directas a personas y bienes, que además están acompañada de un mayor riesgo a la salud debido al incremento en los contaminantes del aire y del agua; junto con enfermedades donde algunos mosquitos funcionan como vehículo de transmisión en la propagación de diversos virus a lo largo del planeta (EPA, 2015b); siendo el “Virus del Zika” el

causante de la actual emergencia sanitaria mundial, afectando principalmente a mujeres embarazadas posibles daños cerebrales al feto relacionados con microcefalia (WHO, 2016).

Muchos expertos en el mundo han proyectado que durante el presente siglo habrá continuidad en el calentamiento global con pronósticos de una probable intensificación en los efectos del cambio climático para temperatura, precipitación, nieve, deshielo, nivel y acidez de los océanos oceánica; que, en general, dependerán de las futuras emisiones de gases de efecto invernadero y de las temperaturas medias globales estimadas en aumentar, en todo el planeta, desde los 1,1 a 6,4°C para el año 2100 (EPA, 2015a); cuyos efectos incrementarán el impacto en todas las formas de vida del planeta, la sociedad y salud humana, ambiente y a las economías regionales y mundiales (EPA, 2015a).

La reciente Cumbre del Clima en París (COP21), llevada a cabo entre noviembre y diciembre del año 2015, congregó a los Líderes mundiales que están obligados a confrontar los retos inherentes a la contaminación ambiental y sus consecuentes efectos sobre el cambio climático para salvaguardar el planeta frenando la emisión de gases con efecto invernadero, como algunas de las exigencias vinculantes a establecer durante el debate entre los más de 150 participantes de todo el mundo (Rivas, 2015a).

Durante el desarrollo de la COP21 los Líderes del mundo tuvieron un compromiso ineludible con el ambiente para lograr acuerdos integrales, equitativos y duraderos que conlleven a restaurar el equilibrio entre la humanidad y la naturaleza. De allí, que la urgencia por detener el cambio climático haya revitalizado a la biomasa como una fuente segura para el suministro de recursos sustentables con el subsecuente impulso hacia las alternativas de desarrollo bioeconómico.

A lo largo de las décadas los efectos del cambio climático han magnificado los desastres naturales como los sucedidos mayormente en el Cono Sur vinculados al fenómeno de “El Niño”, en alusión a su milenaria aparición cíclica errática alrededor de la época de navidad, por ser hoy considerados los más devastadores de la historia han permitido connotarlo “El Niño Godzilla” o “Niño Extraordinario” (INTA, 2015; Univisión, 2015; El Mostrador, 2016; Informe21, 2016; NASA, 2016). Entre los principales desastres más recientes ocurridos en

América Latina, se encuentran los originados por las descomunales lluvias y consecuente crecida del río Paraguay, cuyo sucesivo desborde ocasionó el desplazamiento de más de 160 mil damnificados, quienes con gran desolación vieron como perdieron todo su patrimonio; siendo Brasil, Paraguay, Uruguay y Argentina los países con localidades afectadas por la emergencia (Latino Post, 2015).

De esta manera, al estar la región muy expuesta al riesgo producido por la incertidumbre del cambio climático inevitablemente se afectan las decisiones de política alimentaria, tanto a nivel de consumo local como de exportación. Por tanto, para asegurar la sostenibilidad y su adaptación al cambio climático se deben implementar estrategias de inversión en función de fomentar la innovación dentro del sector rural en conjunto con las facilidades de acceso a los instrumentos financieros a fin de mejorar las prácticas estratégicas a través del desarrollo y adecuación de los distintos sistemas de producción con la implementación de tecnologías de avanzada para la producción y conversión de la biomasa que garanticen la sostenibilidad de los recursos.

Potencial de ALC en la Bioeconomía Mundial

De acuerdo con lo ya discutido hasta ahora, indudablemente que la región de ALC en conjunto constituye uno de los mayores patrimonios en recursos de capital natural de todo el planeta gracias a su extraordinaria riqueza en tierra, biodiversidad y agua para un mundo de base biológica que le imparte un enorme potencial para convertirse en el líder mundial en oferta de los servicios que le proporcionan los mismos, mediante la producción y exportación de productos agroindustriales (IDB, 2012), a cambio de percibir grandes beneficios provenientes de su conservación y manejo sostenible a través de la utilización de las más recientes herramientas científico/tecnológicas, aplicadas en los procesos y productos generados a partir de la biomasa.

En complemento a lo anterior, la región en conjunto tiene una disponibilidad de más del 50 % de potencial agrícola (CEPAL, 2007), situación comparable solamente con los países de Europa del Este; mientras que lo más importante viene a ser su disponibilidad de tierra per cápita, más de 500 millones de hectáreas en la categoría de “más adecuado” y el mayor potencial de expansión en las categorías “muy adecuado” y “adecuado”, excluyendo los bosques; además de una proyección para el 2050 indicativa de una probable producción en más de 300 millones de hectáreas, sin afectar a los bosques naturales, en Suramérica y Centroamérica que representan alrededor del 25% de la tierra con potencial “muy adecuado”, “adecuado” y “moderadamente apto” para el cultivo de cereales, más del 25% de los cultivos de aceite vegetal, alrededor del 30% de las raíces y tubérculos y más del 35% de los cultivos de azúcar, incluso tomando en cuenta el crecimiento poblacional (FAO/IIASA/AEZ, 2000; Trigo et al., 2014).

Todas estas cifras resaltan el potencial de recursos para el desarrollo de una bioeconomía que contribuya tanto a la seguridad alimentaria como al suministro de energía renovable con oportunidades efectivas para la generación de ingresos y una acertada integración de políticas gubernamentales, empresariales y académicas que favorezcan la aceptación de la bioeconomía por parte de todos los actores quienes deben facilitar su promoción y potenciación; siendo necesario tener en cuenta que la gran heterogeneidad existente entre y dentro de los países que conforman a toda la región de ALC, requiere un análisis individual y específico para identificar los cimientos de desarrollo particulares de cada uno. De esta manera, en general se están abarcando una serie de áreas en función del amplio espectro de recursos naturales existentes que conforman la vasta riqueza y patrimonio de la región, para el desarrollo de una bioeconomía direccionada hacia la generación de oportunidades de empleo, seguridad alimentaria y el suministro de energía renovable, entre otros; con el fin de aportar beneficios sociales globales de bienestar y calidad de vida. Estas áreas, interrelacionadas en conjunto englobando un enfoque holístico, incluyen principalmente biodiversidad, biotecnología, biocombustibles y ecointensificación; cuyas generalidades serán descritas a continuación.

Biodiversidad.

La vasta y enorme dotación de biodiversidad existente en América Latina, la ubican entre las regiones más privilegiadas y competitivas del planeta al concentrar una extensa gama de recursos clave que además de sustentar la oferta de alimentos a nivel mundial, la convierten en una región de gran potencial para el desarrollo de la bioeconomía.

Toda la región constituye una superpotencia en diversidad biológica, donde sólo el Cono Sur contiene más del 40% de la biodiversidad de la Tierra y más de una cuarta parte de sus bosques; en tanto que Centroamérica, con tan solo el 0,5% de la masa de toda la tierra del planeta, tiene el 10% de su biodiversidad (Bovarnick et al., 2010); zona donde se puede destacar a Costa Rica que, a pesar de cubrir apenas el 0,03% de la superficie del planeta, contiene cerca del 4% de la biodiversidad mundial lo mismo que Canadá y Estados Unidos

juntos (Saad, 2014). A nivel mundial Costa Rica junto con Panamá se encuentran entre los países considerados altamente diversos; en tanto que Brasil, Colombia, Ecuador, México, Perú y Venezuela forman parte de los 17 países “megabiodiversos” del planeta (Biodiversity a-z, 2014).

En cuanto al potencial de la biodiversidad relativa para cada uno de los países, el Banco Mundial mantiene una referencia en función del índice de biodiversidad (IB), donde cero corresponde a un país sin potencial de biodiversidad y 100 a un país que tiene el máximo potencial; así, para ALC se estableció el siguiente orden ascendente en base a sus correspondientes valores del IB: El Salvador [0,9], Nicaragua [3,3], Puerto Rico [4,4], Jamaica [4,4], Haití [5,2], República Dominicana [6,0], Honduras [7,2], Guatemala [8,0], Costa Rica [9,7], Panamá [10,9], Bolivia [12,5], Chile [15,3], Argentina [17,7], Venezuela [25,3], Ecuador [29,3], Perú [33,4], Colombia [51,5], México [68,7] y Brasil [100] (World Bank, 2012).

La amplia diversidad de bosques en América Latina y el Caribe genera una serie de bienes y servicios que van desde madera y leña, productos de base biológica y plantas medicinales, hasta servicios ambientales como control de la erosión, de inundaciones y regulación del clima, así como el reciclaje de nutrientes; con lo que muchas poblaciones rurales e indígenas dependen de la biodiversidad como sustento, en base a la agricultura y pesca, y como laboratorio excepcional para desarrollar productos y procesos a fin de solventar problemas relacionados con la salud (Bovarnick et al., 2010; UNDP, 2010). En adición, también es un hecho que los alimentos provenientes de las plantas son muy recomendados como componentes de la dieta debido a su extensa gama de fitoquímicos/nutraceuticos promotores de efectos benéficos para una salud global óptima (Figuera et al., 2012; 2013); siendo así, denominados como alimentos funcionales (Tapsell, 2008).

Las potencialidades agronómicas que ofrece América Latina han ganado gran atención como recursos utilizables en la alimentación animal y adecuación a condiciones locales con el fin de abaratar costos, diversificar las opciones alimenticias, desarrollar nuevas alternativas y principalmente mejorar la calidad nutricional de los animales de consumo humano; generando a su vez patrones de producción ajustados a la realidad social y económica de cualquier entorno (Nieves et al., 2009; Malavé et al., 2013). Las oportunidades de las poblaciones

locales para incorporar nuevas tecnologías y usos alternativos y sostenibles del suelo deben continuar expendiéndose, incluyendo la generación de ingresos en actividades no agrícolas que puedan aliviar las presiones sobre el medio ambiente (UNEP, 2010).

Dentro de los grupos más representativos de la biodiversidad se encuentran las plantas y los microorganismos hoy utilizados como fuente de desarrollos industriales relacionados con alimentos, fibra, combustibles, medicamentos y materias primas; siendo la industria farmacéutica el sector más importante al utilizar las plantas en la producción de medicamentos y drogas, además de emplearlas para elaboración de distintos productos como adhesivos, jabones, cosméticos, colorantes, lubricantes y pulidores, entre otros; teniendo además en cuenta que la biomasa vegetal también es una fuente importante de energía renovable y una novedosa oportunidad de aprovechar el potencial de la biotecnología (Schuler et al., 2011; Ruane et al., 2010).

En diferentes partes de ALC existe un gran número de áreas naturales bajo protección tal como en Brasil, donde hay 1.297 zonas con 95 millones de hectáreas para tribus nativas; mientras que en el resto del Cono Sur se cuenta actualmente con 1.507 áreas terrestres protegidas, que cubren 22% de la superficie del subcontinente, además de 114 reservas marinas (González et al., 2014). Para el año 2006, en la mayoría de los países de América del Sur el estado de la conservación in situ fue crítico, siendo un indicativo de la falta de esfuerzos para poder preservar los ya frágiles ecosistemas altamente intervenidos (IICA, 2006; Unesco, 2010).

Ya que el potencial de los productos de la biodiversidad es prácticamente ilimitado para diversas industrias que engloban a la farmacéutica, cosmética, alimenticia, agropecuaria y bioenergética, entre otras; de la misma manera, la conservación es una aplicación que puede ser explotada tal como se ha demostrado con éxito en Costa Rica, donde basados en una política de educación ambiental lograron articular la biodiversidad con el turismo para hacer posible nuevos desarrollado con rentables aplicaciones y servicios (Pisón y Bentancur, 2014). Costa Rica ha sido uno de los países pioneros del mundo en iniciativas de desarrollo para la valorización de la biodiversidad a través de la creación del Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) en 1989, con el propósito de apoyar esfuerzos en el fortalecimiento del conocimiento

de la biodiversidad del país y promover su uso sostenible (INBio, 2014). Estos esfuerzos se complementaron posteriormente con desarrollos significativos para aprovechar los servicios ecosistémicos mediante la creación de una de las redes más importantes de alternativas en ecoturismo en el mundo y, más recientemente, con un número de iniciativas en bioenergías que utilizan no solamente materia prima tradicional como caña de azúcar, sino otras no tradicionales como residuos de producción de café y de arroz, en conjunto con el estudio de alternativas derivadas de la creciente industria de palma de aceite existente en el país (Henry et al., 2014b).

El esfuerzo internacional de INBio se basa en proyectar la aplicación del conocimiento científico de la biodiversidad hacia actividades económicas como el ecoturismo, la medicina, la agricultura o el desarrollo de mecanismos de cobro y pago de servicios ambientales en complemento con la comunicación y educación con fines de conservación, inventario y conservación de especies como un todo integrado al desarrollo del país a manera de fomentar una mayor conciencia sobre el valor de la biodiversidad y su preservación para la calidad de vida humana.

En los últimos años ciertas iniciativas han conducido hacia la priorización de las necesidades identificables dentro de muchas localidades a manera de lograr su integración en el establecimiento de alianzas estratégicas direccionadas al desarrollo social y económico con criterios de sostenibilidad, equidad y competitividad a nivel de Latinoamérica. De esta manera la empresa canadiense Pacific Rubiales, productora de gas natural/crudo y dueña del 100% de Meta Petroleum Corp., Pacific Stratus Energy Colombia Corp., PetroMagdalena Energy Corp. y C&C Energía Ltd.; ha sido pionera en el establecimiento de un modelo comprometido con la construcción de soluciones de acuerdo con las necesidades identificadas con las comunidades ubicadas en algunos campos de Colombia, a través de planes de inversión social alineados hacia la innovación, el conocimiento, apoyo a prácticas tradicionales e incorporación de nuevos criterios técnico/científicos para alcanzar un procesamiento de tipo agroindustrial en función de potencializar el liderazgo empresarial contribuyente con el desarrollo integral de las comunidades con conciencia ambiental en la preservación, protección y monitoreo de la biodiversidad dentro de las áreas de vida integrantes del

entorno; manejado desde el año 2009 a través de la Fundación Pacific Rubiales bajo un programa basado en la producción y transformación de plantas aromáticas, medicinales y de especias, donde actualmente están funcionando varias empresas, principalmente en el mercado de productos elaborados a partir de aceites esenciales y en cuyo ámbito nació la marca Cytronella, con el slogan “las mejores esencias del llano” (Blanco, 2013).

En este mismo orden de ideas, ya en Colombia había sido la empresa Ecoflora como una compañía que centra sus estrategias de negocios en el cuidado del medio ambiente y la biodiversidad, fundada en 1998 por un grupo de emprendedores con experiencia en las industrias agrícola, forestal, biotecnológica y de biocomercio y visión de crear valor y bienestar por medio de la innovación en negocios y productos tecnológicos de alto valor agregado, derivados sosteniblemente de la biodiversidad vegetal para proveer alimentos sin tóxicos; cosméticos sin culpas; cuidado personal sincero y limpieza sin contaminantes (Ecoflora, 2013). Dentro de este ámbito, también funciona en Colombia una sede de la empresa Lucta, creada como la primera sucursal fuera de España en 1962, a la cual le continuaron las de México y Brasil, en 1965 y 1993 respectivamente (Lucta, 2015). Otras empresas que funcionan en Colombia y utilizan sus fitoquímicos como materia prima son Symrise Ltda y Firmenich (Blanco, 2013); siendo la empresa brasileña Natura, fundada en 1969, la de mayor solidez y proyección internacional centrada en utilizar gente común en sus anuncios, en vez de supermodelos, en concordancia con su imagen de empresa ecológica con apoyo social, con sedes en distintos países de América y otras partes del mundo (Natura, 2014).

La elaboración de licores de artesanías con fibra del Agave cocui es una de las experiencias propias de las zonas semiáridas de la Sierra de Falcón en Venezuela, con el fin de establecer el valor histórico y cultural que representa este cultivo que tienen a su cargo diversas instituciones a través del Programa “Agave cocui” en promoción y apoyo del desarrollo sustentable de los productos derivados de esta planta en estas zonas deprimidas económicamente (IIICA, 2013). En este contexto, muchos de los conocimientos que hoy se tienen sobre la diversidad y agrobiodiversidad han sido preservados durante siglos gracias al trabajo que han venido realizando distintas comunidades indígenas, cuyos

aportes de saberes sobre prácticas de conservación *in situ* constituyen una de las mayores riquezas para cualquier país. Así, en México un grupo multidisciplinario trabaja junto a las comunidades identificando oportunidades de proyectos productivos que les permitan incrementar el valor agregado de los productos de su agrobiodiversidad (IICA, 2013; Pisón y Bentancur, 2014).

En América Latina aún existen muchos cultivos que no han sido explotados debido a que son tóxicos, tienen bajos rendimientos y difíciles de introducir en los mercados o simplemente no son bien conocidos; sin embargo, dada la naturaleza de sus componentes y el tipo de instrumentos científicos y de infraestructura disponibles en la actualidad, estos pueden contribuir mucho a la economía de base biológica como nuevas materias primas industriales o ser una base para nuevas cadenas de valor en los fitoterapéuticos, cosméticos o frutas tropicales y otras áreas (Trigo et al., 2014).

La diversidad biológica constituye un pilar fundamental para el desarrollo de la bioeconomía en ALC; sin embargo, en general, además de la carencia de personal calificado enfocado al estudio de la biodiversidad, no se han podido aprovechar todas las oportunidades brindadas por estos recursos debido a distintos factores que podrían incluir: carencia de conocimientos básicos, la falta de información acerca de la descripción y evaluación de estos recursos, la restringida documentación del patrimonio genético existente particularmente para las especies nativas, la falta de programas nacionales para la modificación genética de plantas para algunas especies clave y la falta de financieros como resultado de la falta de interés por parte de los gobiernos de la zona (IICA, 2007; Quezada et al., 2009).

El base a lo anterior, queda establecido que la diversidad biológica actualmente desempeña un papel clave hacia el desarrollo de estrategias agrícolas sostenibles en contra de la desnutrición y el hambre, a través de su integración en las políticas de seguridad alimentaria al generar mayores beneficios socio-económicos (Toledo y Burlingame, 2006). En este contexto, uno de los más grandes desafíos radica en introducir los nuevos avances que permitan impulsar un mayor desarrollo e incremento de la productividad de alimentos en forma sostenible (FAO, 2011a).

Biotecnología.

Desde los años de 1980 las técnicas biotecnológicas han sido ampliamente adoptadas y usadas en la región de América Latina como técnicas de investigación convencional debido al poco apoyo para infraestructura y en dependencia del sector público (Roca, 2004; IICA, 2008; Trigo et al., 2010); cuyo panorama ha sido dominado por los cultivos genéticamente modificados (OGM), donde sus aplicaciones han jugado un papel clave en razón a que, en la práctica, se les ha identificado con estas innovaciones, que le han dado más visibilidad por su impacto potencial en la agricultura, como un reflejo de lo que ha sido su ciclo tecnológico y del hecho indiscutible de que tales innovaciones evidentemente han derivado en beneficios socio-económicos a pesar de la controversia que sus aplicaciones han suscitado (González et al., 2014). No obstante el desarrollo científico biotecnológico ha continuado expandiéndose junto con los avances globales de la biología molecular y de la genómica a la par de la bioinformática, en conjunto con otras áreas que no han hecho sino abrir el espectro de sus aplicaciones más allá de la transgénesis permitiendo vislumbrar un impacto aun mayor que el logrado con los OGM, cubriendo a la producción agrícola, pecuaria, forestal y a nuevas áreas de interés como la bioenergía que están en estrecha vinculación con la bioeconomía.

Las aplicaciones de marcadores moleculares, genómica y bioinformática en general incrementan la eficiencia y la efectividad del mejoramiento tradicional y la conservación y el aprovechamiento de los recursos genéticos vegetales; la nutrigenómica se basa en el uso de información acerca de cómo los genes y los distintos componentes químicos presentes en los alimentos afectan los genes y los procesos metabólicos en los seres humanos, nuevas vacunas y nuevos métodos de diagnóstico, aplicaciones de la biología molecular al mejoramiento de procesos reproductivos en la producción animal, nuevas aplicaciones destinadas a aprovechar la eficiencia de las fuentes vegetales y de la biomasa en general para la producción de biocombustibles; así como otras innovaciones relacionadas con mejoras en la calidad y efectividad de los ingredientes y procesos de la industria alimentaria han ido transformando paulatinamente el denso tejido de componentes del nuevo escenario tecnológico que, como un todo, obliga a pensar en los

escenarios de la tecnología de manera independiente de una técnica o conjunto de técnicas específicas, tal como la transgénesis que más allá representa el escenario ya vislumbrado en torno a la biotecnología y sus beneficios a la sociedad (Pisón y Bentancur, 2014).

La participación de América Latina en el cultivo de OGM es más que relevante en el contexto mundial ubicando a Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay dentro de los 10 más importantes del mundo en este tipo de tecnología (James, 2012); donde Brasil, tras Estados Unidos, ocupa el segundo lugar en hectáreas de cultivos biotecnológicos en todo el planeta con 40,3 millones de hectáreas para así surgir como un líder mundial en cultivos biotecnológicos (Celeres, 2013). Durante cuatro años consecutivos, 2008-2012, Brasil se consolidó como el motor de crecimiento mundial por el aumento de sus hectáreas de cultivos biotecnológicos, más que cualquier otro país del mundo, con un incremento récord de 6,3 millones de hectáreas, equivalente a un impresionante crecimiento interanual de 21%, cultivando el 21% de las 170 millones de hectáreas mundiales consolidando su posición y reduciendo consistentemente la brecha con Estados Unidos (James, 2012).

A manera de mantener constancia en las innovaciones biotecnológicas a través de la interacción entre los distintos actores sociales de la región, nació en el 2010 la Red de Innovación en Biotecnología para las Américas (BIONNA) con el fin de impulsar y mantener la colaboración de los empresarios, investigadores, estudiantes, líderes de los sectores públicos y privados, cooperativistas, indígenas e integrantes de los Organismos de Ciencia y Tecnología, entre otros, con la participación de Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá y República Dominicana en conjunto con la participación de Canadá (BIONNA, 2013); cuya integración de red, o plataforma digital, funciona como el medio virtual para establecer alianzas de trabajo relacionadas con la seguridad e inocuidad alimentaria y la generación de energías alternativas mediante el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad (OEI, 2015).

Diversos estudios en ALC y el mundo reconocen los beneficios que aportan los cultivos biotecnológicos, principalmente para mitigar los enormes retos inherentes al cambio climático y su potencial asociado a las posibilidades de incrementar significativamente la productividad

e ingresos en contribución a las mejoras socio-económicas del sector rural (IICA, 2013).

Biocombustibles.

Los temas relacionados con los biocombustibles y la bioenergía constituyen tópicos de gran interés y actualidad en la agenda de investigación y desarrollo de la agricultura mundial, debido al enorme potencial que tienen para ayudar a superar los problemas relacionados con la el uso excesivo de las energías fósiles, el incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero con sus impactos directos en el cambio climático, y la creciente preocupación y necesidad urgente de los gobiernos por proporcionar a los agricultores oportunidades de empleo, que permitan mejorar sus ingresos y promover desarrollo socioeconómico sostenible (Clayuca, 2015).

El sector de los biocombustibles es uno de los que actualmente presenta mayor desarrollo en ALC, donde se destacan Argentina, Brasil y Colombia por contar con una masa crítica de investigadores calificados en distintas áreas, relacionadas con sus aplicaciones, que incluyen agricultura, química e ingeniería como algunas. Entre estos países, los dos primeros ya tienen un mercado establecido con un enorme potencial económico; mientras que Colombia, por su parte, cuenta con programas que buscan producir capital en el sector con instituciones de investigación y organizaciones comerciales hacia oportunidades de negocio (CEPAL, 2011; González, 2014).

Otros países de la región que recién están incursionando hacia este sector son Chile, México y Perú; donde el primero ya direccionó sus capacidades con base en universidades de alto perfil, centros de investigación agrícola y su potencial de producción de biocombustibles. Perú también posee un sistema de investigación establecido; pero, a pesar de su baja competitividad, el Estado está haciendo esfuerzos para aumentar el potencial del sistema agrícola en el futuro cercano. En tanto que en México, a pesar de contar con una infraestructura para investigación de alto nivel y un potencial de producción de biomasa y algas, presenta obstáculos ante un sector energético muy regulado y sin ambiente favorable para las iniciativas masivas en biocombusti-

bles; mientras que además, en la región también existen otros países con capacidades de producción y diferentes demandas de energía, pero carecen de una sólida plataforma de I+I+D para el sector de los biocombustibles, siendo Paraguay un caso típico (González, 2014).

A través de las biorrefinerías y bioproductos se busca sustituir los combustibles fósiles como materia prima en los procesos industriales mediante etanol (de plantas), biodiesel, biogás y diferentes productos basados en la química verde; siendo, tal vez, los elementos más significativos de la bioeconomía, puesto que las biorrefinerías son instalaciones para la transformación eficiente de diferentes formas de biomasa en un extensivo rango de productos y energía; además de que también representan los fundamentos de la respuesta de la bioeconomía a los fluctuantes y a veces altos precios del petróleo con la necesidad de capital. En adición, las biorrefinerías ofrecen la posibilidad para una mejor estructura diversificada de enlaces entre la agricultura y los demás sectores de la economía (Henry et al, 2014a).

La preocupación por el calentamiento global han puesto a los biocombustibles en la mira de la innovación, con la limitante de que su producción consume mucha energía y compite con la alimentación; así nace el proyecto Babethanol financiado por la UE y coordinado por un equipo multidisciplinario internacional de especialistas pertenecientes a distintas instituciones e industrias privadas de ALC, en la búsqueda de innovación hacia nuevos procesos más sostenibles para el uso de residuos lignocelulósicos, procedentes de residuos agrícolas y forestales, aplicables a una amplia gama de biomásas como alternativa a los procesos de producción de biocombustibles utilizados por el sector del transporte a nivel mundial (Ciemat, 2013). Dentro de las materias primas estudiadas como recursos para la producción de etanol, se encuentran residuos de cosecha y bagazo de caña de azúcar en Brasil y Paraguay; residuos de podas de frutales y orujos (olivo, manzana, viñedos), de cereales (trigo y maíz) y forestales/ industria de la madera en Argentina y Chile; eucaliptus en Uruguay; bagazo de agave azul en México y bagazo de palma aceitera en Costa Rica (PROCISUR, 2015).

En este mismo ámbito, durante los últimos años la Corporación Clayuca de Colombia impulsó un proyecto de investigación y desarrollo con el objetivo de establecer una plataforma tecnológica para el procesamiento de bioetanol hidratado, dirigido a pequeñas comunidades

rurales de pocos recursos, mediante la utilización de cultivos de yuca, batata y sorgo dulce como materia prima, bajo la denominación de Bio-refinerías Rurales Sociales (Birus), un prototipo que opera a pequeña escala con bajo costo de construcción, operación y mantenimiento; diseñado para promover el desarrollo rural, crear empleos y mejorar la seguridad energética y agroalimentaria (Clayuca, 2015).

En Ecuador está en marcha un proyecto direccionado a la producción de aceite de piñón para el plan piloto de generación eléctrica en Galápagos (IICA, 2015). Las islas Galápagos, reconocidas por la Unesco como patrimonio natural de la humanidad, cuentan con un sistema de abastecimiento energético frágil y vulnerable, porque depende de combustibles fósiles enviados desde el continente. Buscando alternativas más limpias y sustentables para reducir los gases de efecto invernadero se pone en marcha el proyecto de producción de biocombustible a partir del aceite vegetal puro de *Jatropha*, procedente de la provincia de Manabí en Ecuador continental; siendo ya un hecho que la Isla Floreana cuenta con la primera Central de Generación Térmica a partir de Aceite Vegetal Puro de Piñón, una casa de máquinas renovada, sistema de almacenamiento de combustible con 3 tanques de 3.000 galones cada uno y tanque diario de 100 galones y un camión grúa para facilitar el ingreso a la isla de combustibles y otros productos (DER/Ecuador, 2015).

En Panamá, la Cooperativa de Servicios Múltiples de Productores de Leche de Chiriquí (Cooleche R.L.), en el año 2011, puso en marcha el programa para construir pequeñas cocinas a biogás empleando biodigestores que funcionan a base de los desechos originados mayormente de los animales instalados en las fincas lecheras y porquerizas del distrito de Bugaba, en la provincia de Chiriquí, con el fin de solventar los problemas de efectos nocivos y ambiental existente por estos desechos orgánicos (IICA, 2013).

Ecointensificación.

La ecointensificación en general se refiere a un modelo de prácticas agronómicas específicas sostenibles que promueven la conservación del ambiente y optimizan las actividades agrícolas, sin sacrificar sus

niveles de producción, que busca lograr un balance adecuado entre los beneficios agrícolas, socio-económicos y ambientales en base a prácticas agrícolas de cero labranza, estrategias de agricultura de precisión, manejo integrado de nutrientes, producción ecológica y tecnologías limpias a través de un uso más eficiente de los recursos energéticos y focalizando en la reducción del uso de combustibles fósiles, plaguicidas y otros contaminantes derivados de recursos naturales no renovables (González et al., 2014; Henry et al., 2014a); siendo un área que, en similitud con la biodiversidad, existe poca literatura regional disponible sobre los recursos humanos y la infraestructura.

Esta ruta de intensificación de la bioeconomía está asociada al concepto de tecnologías limpias, relacionados particularmente con los aspectos del uso de procesos biológicos en apoyo de las actividades industriales entre otros como los tratamientos de aguas residuales; destacando, sin embargo, que el mero uso de recursos o procesos biológicos no es suficiente y la consideración de beneficios ambientales eficaces debe relacionarse con el uso de este tipo de productos para ser incluidos en esta área (Pisón y Bentancur, 2014).

En el área del Manejo Integrado de Plagas (MIP) existen algunos programas y redes relevantes, como la Escuela de Campo para Agricultores (ECA) (FAO, 2011b), que tratan de ayudar a los agricultores a adaptar sus prácticas de MIP de acuerdo con condiciones ecológicas diversas y dinámicas con adaptación para la papa en Bolivia y Perú; donde los resultados indicaron que los graduados de las ECA adquieren los conocimientos necesarios para el manejo del tizón tardío, lo que condujo a un aumento sustancial de los ingresos. De igual manera, se tuvieron situaciones similares en la red del Sistema de Integración Centroamericano de Tecnología Agrícola (SICTA, 2012), centrada en la producción sostenible de frijol y maíz en América Central, junto con varios programas exitosos dirigidos por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), en Argentina, y la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA), en Brasil, (González et al, 2014).

En Brasil también se puede destacar a la agricultura orgánica como una práctica implementada a finales de la década pasada y regulada posteriormente a través de iniciativas de financiamiento para el desarrollo de este sector agroindustrial (FAO, 2003), en conjunto con proyectos de investigación y capacitación de profesionales en esta área

a la espera de que hayan al menos tres universidades que ofrezcan cursos de posgrado y de doctorado sobre agricultura orgánica y cinco institutos dedicados al desarrollo de esta asignatura. Adicionalmente, Brasil y Argentina han registrado avances tecnológicos importantes en el área de la labranza cero, donde en particular Brasil ha experimentado y adoptado sistemas para mejorar las condiciones del suelo por las últimas 3 décadas. Para 1969 la Universidad Federal de Rio Grande do Sul desarrolló el primer ensayo científico de labranza cero a lo que le siguieron, en esta línea de investigación, otras universidades, institutos federales de investigación y EMBRAPA mediante el desarrollo de programas de cultivo para mejorar la adaptación de diversas cosechas a condiciones de cero labranza; donde luego también se plegaron agricultores y organizaciones multinacionales para la investigación en el área (Bolliger, et al., 2006).

En plena década de los noventa, luego que Argentina estableció la adopción de la labranza cero en conjunto con el cultivo de soya GM, el país pasó a ser líder en los mercados internacionales. Sin embargo, este proceso de transformación se basó en alianzas innovadoras que involucraron a investigadores, agricultores y al sector público y privado que son miembros de la importante entidad, temática, Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID). Por su parte el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) mantiene a una serie de expertos trabajando en los suelos, la degradación y las tecnologías amigables con el medio ambiente como una labor realizada en conjunto con personal de extensión, proveedores privados de asistencia técnica, agricultores, proveedores de insumos y otras instituciones afines que generaron un exitoso proceso de innovación (Trigo et al., 2009).

Con respecto a México, los esfuerzos por regular la agricultura orgánica comenzaron en 1995 y en febrero del 2006 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Ley de productos orgánicos; siendo su objetivo promover, entre otras cosas, el acceso a fuentes alternativas de ingresos y de empleos, además de la protección y conservación de los recursos naturales para la producción de alimentos más sanos. Las regulaciones de esta ley se publicaron posteriormente en el 2010, creándose luego el Consejo Nacional de Producción Orgánica (CNPO) como un organismo promotor de la agricultura orgánica en México y asesor de la Secretaría de Agricultura (SAGARPA) para asuntos técnicos y

reglamentarios, con lo que en el país se cultivan más de 45 productos orgánicos; siendo así, el sector orgánico el subsector agrícola más dinámico en todo el país, con un aumento en su superficie cultivada orgánicamente de 23.000 hectáreas en 1996 hasta 400.000 en el 2008 y con un posterior registro de 128.000 productores durante el 2011 que produjeron 394 millones de dólares en divisas (McMahon y Valdés, 2011).

En Perú una vez que la papa nativa orgánica se posicionó como un nuevo producto gourmet muy demandado en el mercado mundial, la misma se convirtió en un catalizador para la producción del rubro a mayores escalas, cuyo creciente mercado se vio afectado debido a las posteriores amenazas del cultivo generadas a causa de las infestaciones del gorgojo de los Andes y la polilla que subsecuentemente afectaron la rentabilidad y viabilidad para su producción. Sin embargo, con la intención de mantener el mercado y generar otros nuevos, se vincularon a pequeños agricultores en conjunto con varias instituciones nacionales e internacionales que motivaron a los productores a adoptar un Manejo Integrado de Plagas innovador, basado en el uso de barreras plásticas y talco con *Bacillus thuringiensis subsp. kurstaki* (Talco-Btk), para contrarrestar el daño lográndose la producción mejorada de una papa orgánica certificada para su venta que beneficiaron a cientos de agricultores en todo el país (Kroschel et al., 2011).

En Ecuador el cacao constituye el tercer rubro de exportación agropecuario en un porcentaje de un 5%, considerado como una especie muy fina y bastante cotizada por su sabor y aroma. En este aspecto, el país decidió capitalizar el potencial de la producción de este rubro, con el fin de crear una “marca país” del cacao fino de aroma ecuatoriano, involucrando organizaciones comprometidas con el desarrollo agropecuario en la costa ecuatoriana, mediante la implementación de tecnologías sostenibles dentro del Programa de Rehabilitación de plantaciones añosas e improductivas de cacao fino de aroma a través del uso de un biofertilizante desarrollado y producido por los productores locales (IICA, 2013). Durante la década actual, algunos estudios han encontrado hallazgos que sugieren la existencia de una relación directa entre el consumo de chocolate y la reducción del riesgo de enfermedades cardiovascular (Gómez-Juaristi et al., 2011; Zomer et al., 2012; K et al., 2015). En este sentido, los polifenoles presentes en el

fruto del cacao son los fitoquímicos responsables del efecto cardioprotectivo del producto elaborado que posteriormente llega al consumidor de consumo (Figuera et al., 2012).

Comentarios Adicionales.

En base a todo lo planteado hasta el momento, es determinante que la vasta inmensidad de recursos naturales de base biológica disponibles en toda la región de ALC, la consolidan como una gran potencia mundial en cuanto a capital de biomasa y su producción sostenible, en preservación de las generaciones futuras, con amplias características dentro de un extenso espectro de posibilidades para un inminente desarrollo bioeconómico; para lo cual, un desafío determinante estaría representado en la planificación de estrategias conducentes a lograr las grandes transformaciones y mejoras que en común requieren todo el bloque de países de la región y que, a la vez, las mismas también se adecuen de acuerdo a la marcada heterogeneidad existente, que hoy puede ser bastante diferente en países tan distintos donde Brasil, evidentemente, sobresale del resto en cuanto a sus fortalezas y capacidades bioeconómicas.

En complemento a lo anterior, es notorio que la bioeconomía es un proceso que está en marcha en la región como una tendencia de lo que está sucediendo en otras partes del mundo, con la importancia de que sus ventajas comparativas y potencialidades ya dejan entrever que se puede sobrevenir un fuerte crecimiento bioeconómico para América Latina en los próximos años. Sin embargo, es indispensable y necesario generar información sobre la bioeconomía y sus impactos globales que permitan a todos los actores, un mayor entendimiento de su significado.

Asimismo, también hay que tener muy en cuenta lo fundamental que son los nuevos conocimientos para la construcción de una bioeconomía sólida, siendo evidente la necesidad de inversiones destinadas a la capacitación de profesionales calificados para un mejor desempeño en las actividades de I+D+I ancladas en una adecuada infraestructura científico/tecnológica capaz de brindar grandes beneficios tanto al hombre como al ambiente. En este aspecto, a lo largo de la presente década ha sido irrefutable que el gobierno ecuatoriano ha marcado

pautas de transformación en sus políticas de capacitación profesional (Rivas, 2015b), en total antagonismo a las aplicadas en Venezuela (El Universal, 2012; AVERU, 2013).

Puesto que a lo largo de las últimas décadas ha quedado evidenciada la urgente necesidad de frenar el excesivo uso de las energías fósiles, principalmente petróleo, por otras formas de energía más limpias (biomasa), como una manera de controlar los efectos del cambio climático en pro de salvaguardar al planeta tal como quedó establecido durante la reciente Cumbre del Clima (COP25) realizada en París entre noviembre y diciembre del 2015, es indudable que la bioeconomía ofrece una clara visión hacia este logro. En este sentido, en la siguiente parte se abordará el caso de la agroindustria del café, la cual produce el segundo producto más comercializado a nivel mundial antecedido por el petróleo; donde se destacan los beneficios y oportunidades brindadas por este sector, además de los requerimientos de sostenibilidad inherentes a la producción del rubro con criterios bioeconómicos aplicables principalmente a la valorización de las enormes cantidades de desechos/residuos obtenidos.

Agroindustria del Sector Cafetalero

El café es crucial para la economía de muchos países, incluyendo los de América Latina, porque su cultivo, procesamiento, comercialización y mercadeo proporcionan empleo a millones de personas (Hughes et al., 2014), para proveer una bebida que ha sido consumido durante más de 1.000 años y hoy en día es la de mayor consumo en el mundo, siendo Arabia Saudita la responsable de la propagación de esta cultura (Mussatto et al., 2011). La mayoría de los manuscritos antiguos que mencionan su cultura datan del año 575 en Yemen, pero no fue hasta el siglo XVI en Persia cuando se tostaron los primeros granos de café que la convirtieron en la bebida tan bien conocida de hoy (Carvalho, 2007); cuya industria lo produce para cubrir la gran demanda mundial, como el segundo producto de mayor comercialización después del petróleo, durante un proceso que simultáneamente genera grandes cantidades de residuos, tanto líquidos como sólidos, que en muchas zonas cafetaleras aún persisten debido mayormente a debilidades en las instancias y organismos responsables de la implementación de las medidas y correctivos ambientales necesarios, junto con sus consecuentes impactos en el entorno magnificados a lo largo de los años (Valente et al., 2008; Hughes et al., 2014).

El café comenzó a saborearse en Europa alrededor del año 1615, al ser introducido por los viajeros, y desde entonces los alemanes, franceses e italianos fueron buscando una manera de desarrollar la plantación de café en sus colonias; pero fueron los holandeses, quienes ya habían recibido las primeras plántulas y lograron cultivarlo en el jardín botánico de Ámsterdam, situación que hizo a la bebida una de las más consumidas en el viejo continente convirtiéndola en una parte

definitiva de los hábitos de los europeos; desde donde los franceses iniciaron la propagación del cultivo a sus colonias y luego a las demás colonias europeas (Mussatto et al., 2011). El crecimiento del mercado europeo favoreció la expansión de las plantaciones de café hacia los países africanos y también hacia América, a través de los colonos europeos, quedando el secreto de los árabes extendido por todo el mundo (Taunay, 1939).

Se estima que en el mundo hay 125 millones de personas que viven del cultivo del café, incluyendo 25 millones de pequeños productores, quienes hacen posible su disposición final como una bebida en taza para su disfrute, a través de una industria que mueve alrededor de 70 mil millones de dólares al año; llegando a decirse que de cada 10 hogares del mundo donde se consume café, en 9 de ellos el mismo proviene de América Latina y más específicamente del Cono Sur (Café Salud, 2013).

La agroindustria cafetalera está considerada como una de las más contaminantes por la gran cantidad de residuos generados que representan serios problemas ambientales necesarios de contrarrestar. De allí, que a lo largo de los últimos años grandes esfuerzos hayan sido direccionados a frenar tal problemática, principalmente en la valorización de los residuos obtenidos hacia su transformación en productos de utilidad con fines diversos, como estrategias encaminadas hacia patrones de producción netamente sostenibles enmarcados en lo económico, social y ambiental como pilares que fundamentan al modelo bioeconómico establecido en distintos países. En tal sentido, el sector cafetalero constituye un tópico bastante prometedor dentro de las posibles estrategias bioeconómicas futuras a desarrollar en la región de ALC.

Plantaciones y Frutos del Cafeto.

El cafeto o arbusto pertenece a la familia Rubiaceae obteniendo los granos de café a partir de la planta *Coffea*, de la cual hay más de 70 especies, siendo sólo dos de éstas comercialmente exploradas en todo el mundo: *Coffea arabica* (arábica), considerada como la más noble de todas las plantas de café al proporcionar el 75% de la producción

mundial, y *Coffea canephora* (robusta), considerada más ácida pero más resistentes a las plagas, proporcionando el 25% de la producción mundial (Etienne, 2005; Belitz et al., 2009). Las plantaciones de *C. arabica* se desarrollan bien a mayores altitudes (600-2000 m), mientras que las de *C. canephora* se adaptan bien en altitudes por debajo de los 600 m (Mussatto et al., 2011).

Los frutos (cerezas) alcanzan su madurez cuando se tornan de color amarillo o rojo, dependiendo de la variedad, cuyas partes se ilustran en la Figura 1 (MyCoffeePro, 2014). En general, cada fruto contiene una piel externa (exocarpio) que se envuelve alrededor de una sustancia dulce (pulpa), bajo la cual se encuentran las membranas y capas que sirven de envoltorio a los dos granos de café; los cuales, luego de los procesos de postcosecha inherentes al beneficio, son transformados en un producto seco (café verde) listo para tostar con el fin de producir la bebida que los consumidores reconocen como “café” (Hughes et al., 2014), destacada por algunos autores como la bebida con efectos benéficos más consumida en el mundo debido a sus propiedades funcionales (Bisht y Sisodi, 2010; Esquivel y Jiménez, 2012).

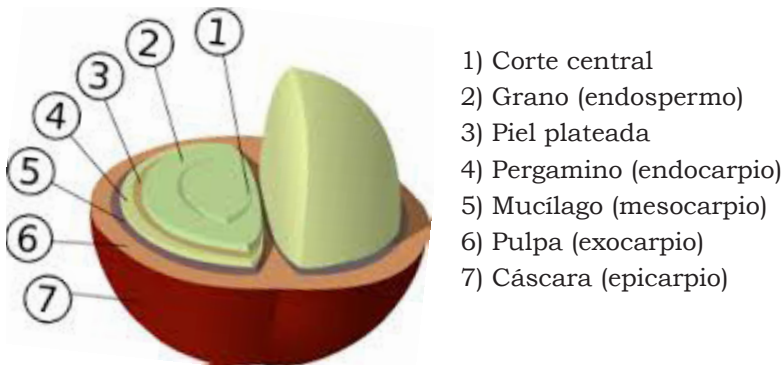


Figura 1. Estructura del fruto del café.

La composición de las semillas de café verde (sin tostar) es algo compleja y consiste de una mezcla de compuestos químicos, dependiendo de la variedad y origen de su cultivo (Anderson y Smith, 2002; Wang et al., 2012; Welna et al., 2013), donde sobresale la cafeína como su constituyente característico y el único componente orgánico que se preserva durante los procesos de tostado y posterior preparación

de la bebida por ser termoestable a diferencia de algunas especies como proteínas, azúcares, ácido clorogénico y lípidos que son termolábiles (Rawel y Kulling, 2007; Welna et al., 2013), con valores aproximados de 0,8 a 1,4% y de 1,7 a 4,0% (masa seca) para las variedades arábica y robusta respectivamente (Belitz et al., 2009). Además de la cafeína, las semillas de café verde también contienen una diversidad de constituyentes incluyendo celulosa, lípidos, taninos, polifenoles; minerales como potasio, magnesio, calcio, sodio, hierro, manganeso, rubidio, zinc, cobre, estroncio, cromo, vanadio, bario, níquel, cobalto, plomo, molibdeno, titanio, y cadmio; distintos azúcares entre los que figuran sacarosa, glucosa, fructosa, arabinosa, galactosa y manosa; y aminoácidos tales como alanina, arginina, asparagina, cisteína, ácido glutámico, glicina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, prolina, serina, treonina, tirosina y valina (Santos y Oliveira, 2001; Grembecka et al., 2007; Belitz et al., 2009).

Adicionalmente, las semillas de café verde contienen vitamina del complejo B (niacina) y ácido clorogénico, con este último en proporciones desde 7 a 12% que representan niveles tres a siete veces mayores que la cafeína (Lima, 2003; Trugo, 2003; Belitz, 2009); además de algunos antinutrientes como oxalato, el cual puede causar serios problemas de salud relacionados con la formación de piedras en el riñón, del cual existen sólo dos estudios (Sperkowska y Bazylak, 2004; Welna et al., 2013). Recientemente, se reportaron niveles de 4,93 a 7,69 mg g⁻¹ para oxalato y de 0,86 a 1,08% para cafeína, como algunos resultados provenientes del análisis de muestras de café molido listo para preparar la bebida (Welna et al., 2013). En cuanto al contenido de minerales esenciales, este mismo estudio determinó que los elementos mayoritarios presentes son Ca (976-1046 µg g⁻¹), Mg (1716-1788 µg g⁻¹) y P (1850-1946 µg g⁻¹), en conjunto con elementos minoritarios a niveles trazas representados por Zn (7,37-7,45 µg g⁻¹), Fe (11,9-15,7 µg g⁻¹) y Mn (25,0-25,8 µg g⁻¹).

Importancia Económica del Café.

Actualmente se afirma que, después del petróleo, el café es el segundo producto más comercializado en el mundo lo que denota su importancia

para la economía mundial (Beelarts, 2011; ACIDI/VOCA, 2014), cuya gran demanda se hizo bastante marcada desde mediados del siglo XX con un incremento de más del 100% en la producción mundial entre 1950 y 1960 (Fujioka y Shibamoto, 2008). Hoy en día, se estima que más de 2,3 mil millones de tazas de café se consumen a diario en el mundo, siendo los países industrializados los de mayor consumo; mientras que más del 90% de la producción de café se realiza en los países en vías de desarrollo (Hughes et al., 2014). Diez países son responsables de la producción mundial del rubro en alrededor del 80%, del cual Sur y Centro América participan con cerca del 43% y 18%, respectivamente; siendo Brasil el país líder, con la mayor producción mundial, en tanto que Colombia ocupa la tercera posición (Mussatto et al., 2011).

En Brasil hay más de cinco millones de personas están involucradas en el cultivo y cosecha de las plantas de café (Beelarts, 2011). De esta manera, su cultivo, procesamiento, comercialización y mercadeo proveen y generan empleos a millones de personas, haciéndolo un rubro crucial para la economía y políticas de muchos países en desarrollo (Mussatto et al., 2011).

A nivel de Latinoamérica, se tiene que para el año 2015 Brasil tuvo una producción de café verde alrededor de 43,24 millones de sacos de 60 Kg; siendo en Colombia de 13,5 millones de sacos; seguidos, en orden decreciente, por Honduras (5,80); México (3,90); Guatemala (3,40); Perú (3,20); Nicaragua (2,18); Costa Rica (1,49); El Salvador (0,76); Ecuador (0,70); Venezuela (0,50) y República Dominicana (0,40), entre otros, para la producción de este rubro (ICO, 2016a). Para este mismo año, Brasil exportó un estimado de 22,24 millones de sacos de 60 Kg; seguido por Colombia (11,90); Honduras (5,41); Guatemala (3,06); Perú (2,95); México (1,55); Nicaragua (1,97); Costa Rica (1,27) y Ecuador (0,55), en cuanto a la exportación del rubro (ICO, 2016b).

Por tradición Venezuela era un país exportador de productos agrícolas, donde el café constituyó uno de sus principales rubros (Notilología, 2015). Sin embargo, ya para inicios de la década pasada esta actividad comenzó a mermar y a los pocos años cesaron estas exportaciones para cubrir la demanda nacional (Malavé et al., 2009; ICO, 2016b), la cual llegó a los niveles ilógicos actuales debido a la caída en picada de la producción del rubro a lo largo de la presente década; mientras que los demás países cafetaleros por tradición, que

conforman la región de América Latina, han mantenido o incrementado sus producciones (ICO, 2016a).

Procesamiento y Producción del Café.

Una vez que el fruto maduro del café (café cereza) es cosechado se convierte en un material altamente perecedero por lo cual debe ser rápidamente transformado a café pergamino seco, para preservar su alta calidad intrínseca, denominando a este proceso con el nombre de “beneficio”; mientras que a los establecimientos destinados para realizar las operaciones y procesos inherentes, en forma ordenada e higiénica, se conocen como “beneficiaderos” (Puerta, 2006).

La producción de café puede realizarse mediante dos procesos: seco y húmedo (USAID, 2003), siendo este último el utilizado tradicionalmente en la gran mayoría de los países productores tales como los de Centro América, desde que surgió como una alternativa para solucionar el problema de la fermentación inmediata y excesiva del café en las zonas tropicales (Bello et al., 1993; Cervantes, 1998), usando agua como medio facilitador y de transporte. El proceso de beneficiado es necesario para obtener las semillas de color verde al retirar sus tres envolturas (Fig. 1): la pulpa (exocarpio), que representa el 43,6% en peso del fruto fresco; el mucílago (mesocarpio), material rico en pectinas y azúcares que representa el 14,9% del peso fresco; el pergamino y película plateada (endocarpio) que cubren las almendras y representan el 4,2% (Rodríguez, 2009).

El beneficio húmedo del café se puede realizar por métodos convencionales a través de tanques de fermentación natural, para remoción del mucílago por degradación (Peñuela, 2010), donde posteriormente el café se lava con agua limpia empleando volúmenes que varían de 4 a 20 L por cada Kg de café pergamino seco (Roa et al., 1999), cuyas etapas se ilustran en la Figura 2. La fermentación constituye una de las etapas más críticas del proceso de beneficiado, por lo que un descontrol del tiempo conlleva a una mala calidad en los granos; los cuales, por ende, dan lugar a una bebida con sabor y aroma a vinagre, fermento, vino, piña, cebolla y rancia en función del tiempo que los granos permanezcan sin lavar, junto con pérdidas económicas significativas (Peñuela, 2010).

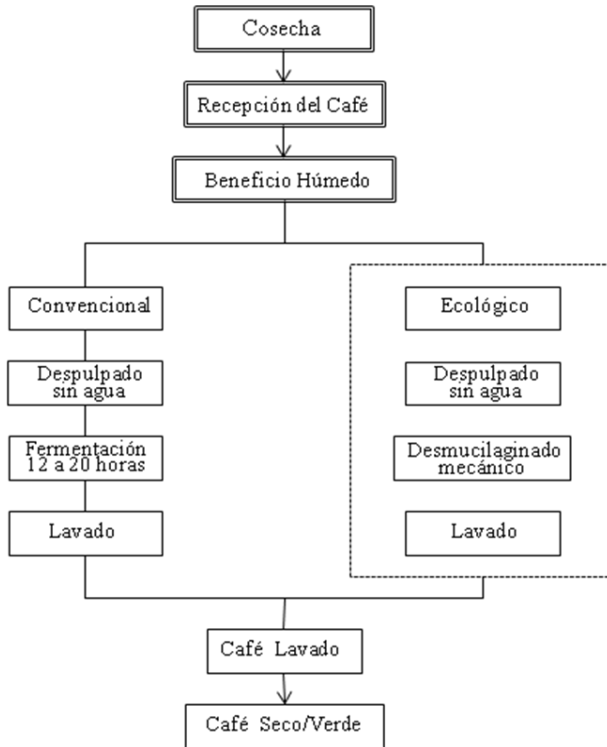


Figura 2. Ilustración de las etapas de los procesos de beneficio húmedo ampliamente utilizados en la agroindustria del café a nivel mundial.

En el proceso de beneficiado ecológico (Fig. 2), se utiliza un desmucilaginador para la remoción mecánica del mucílago con grandes reducciones del agua utilizada en el proceso global, cercanas a 1 L por Kg de café pergamino seco (Oliveros-Tascón et al., 2013), y constituye el nuevo proceso amigable con el ambiente que permite obtener los cafés de alta calidad física y de taza, definido como el conjunto de operaciones realizadas para transformar el café cereza en café pergamino seco (café verde), conservando la calidad exigida por las normas de comercialización, evitando pérdidas del producto y eliminando procesos innecesarios; aunado al aprovechamiento de los subproductos, lo cual representa el mayor ingreso económico para el caficultor y la mínima alteración del agua estrictamente necesaria en el beneficio (Roa et al., 1999), integrada con un manejo eficiente a manera de garantizar la sostenibilidad de este recurso hídrico tan vital (Cárdenas y Ortiz, 2014).

El grano obtenido del café maduro representa alrededor del 20% de la parte aprovechable de la totalidad del fruto, mientras que el resto (aproximadamente 80%) constituye un desecho producido durante el proceso de beneficiado (Orozco et al., 2005) y en ambos procesos, a las cerezas de los frutos se les eliminan los componentes externos previo a la eliminación del epicarpio o pulpa continuando el desmucilaginado de acuerdo a la manera convencional o mecánica (Fig. 2). Varios reportes coinciden en destacar que la remoción del mucílago, bien sea mecánicamente o por fermentación, no tiene efecto en la calidad de la bebida en taza; siempre y cuando sea removido totalmente al lavar con agua limpia (Roa et al., 1999; Oliveros-Tascón et al., 2011a; 2011b).

En el proceso de beneficiado convencional se utilizan tanques de fermentación para obtener la hidrólisis del mucílago mediante la acción de enzimas propias del grano y de microorganismos en el agua, donde el tiempo de fermentación varía según el clima, estando por lo general entre 12 y 20 horas (Bello et al., 1993; Cervantes, 1998), cuyas aguas residuales son comúnmente denominadas aguas mieles (Zambrano et al., 2006).

El mucílago está fuertemente adherido a la cáscara del grano de café y, desde el punto de vista físico, el mismo de un sistema coloidal líquido y liofílico o hidrogel contentivo de agua, pectinas, azúcares y ácidos orgánicos, durante la maduración del grano de café el pectato de calcio (localizado en la laminilla media) y la protopectina de la pared celular se convierten en pectinas (Braham y Bressani, 1978). La producción de compuestos volátiles microbianos durante la fermentación resultan en un café superior en calidad aromática (González-Ríos et al., 2007a,b). La evaluación de la calidad del café verde se basa en pruebas de olor y sabor, así como en tamaño, forma, color, dureza y presencia de defectos (Feria-Morales, 2002).

Algunos estudios han reportado variación en cuanto a las cantidades de agua utilizadas durante el proceso de lavado. En este aspecto, un estudio realizado en 31 beneficiadoras de El Salvador reportó un consumo promedio de agua de 10,4 L, rango de variación entre 3,2 y 41,8 L, por Kg de café procesado (Lardé et al., 1997); lo cual se asemeja a lo reportado por otros países tales como Colombia (1 a 6 L/Kg), Cuba (4 a 17 L/Kg), Nicaragua (4 a 9 L/Kg), México (8 a 10 L/Kg), Kenia (4 a 6 L/Kg), Nueva Guinea (4 a 8 L/Kg) y Vietnam (4 a 15 L/Kg) para el mismo proceso (USAID, 2003; Chanakya y Alwis, 2004).

En función de tales consumos excesivos de agua durante el proceso de beneficiado húmedo, ya desde inicios de la década de 1990 en el Centro Nacional de Investigación del Café (CENICAFÉ), en Colombia, se emprendieron estudios que permitieron eliminar el agua en la etapa de despulpado y en el subsecuente transporte de pulpa, logrando así evitar el 72% de la contaminación potencial de los subproductos del café y la racionalización del uso del agua para la etapa de lavado, obteniéndose una reducción en la demanda de agua, durante el proceso global, del 90% (Zambrano y Zuluaga, 1993).

Residuos Generados en la Agroindustria del Café.

La generación de residuos y subproductos es propia de cualquier sector productivo incluyendo al agroindustrial dentro de los que producen grandes cantidades de residuos líquido/sólido (Hughes et al., 2014). En este aspecto, al ser el café el segundo producto más comercializado en el mundo, después del petróleo, la industria del café es responsable de la generación de gran cantidad de residuos (Nabais et al., 2008).

De acuerdo con Rodríguez y Zambrano (2010), del fruto del café solamente se utiliza el 7,6% de su peso fresco en la preparación de la bebida quedando un remanente en forma de residuo generado durante el proceso de cultivo e industrialización de un 92,4%, del cual prácticamente la mitad corresponde a los desechos obtenidos del proceso de despulpado (Tabla 1).

Tabla 1. Residuos en el proceso agroindustrial de 1 Kg de café.

Proceso	Residuo	Pérdida (g)
Despulpado	Pulpa fresca	436
Desmucilaginado	Musílago	149
Secado	Agua	171
Trilla	Pergamino	42
	Película plateada	
Torrefacción	Volátiles	22
Preparación bebida	Borra	104
Pérdida acumulada		924

El fruto de café al estar conformados mayormente por pulpa y mucílago la generación de residuos es sumamente elevada en carga orgánica lo que se corresponde con una gran cantidad de biomasa que podría ser utilizada como materia prima en la generación de productos con valor agregado, para de esta manera desviar sus efectos contaminantes en el entorno de los sitios de procesamiento, donde a lo largo de los años, han sido apilados en muchas zonas incluyendo Centro y Sur América (Gebremariam et al., 2014; Hughes et al., 2014).

Puesto que la formación de biomasa vegetal tiene lugar a través de la fotosíntesis, cuyo proceso hace posible la existencia de todas las formas de vida en el planeta, donde las plantas captan la radiación solar para transformar el CO₂ (C-inorgánico) del aire en carbohidratos (C-orgánico); los cuales consisten de biopolímeros, formados por muchas unidades de glucosa, constituidos mayormente por celulosa y en menor grado por lignina. Se estima que durante el proceso de fotosíntesis anualmente se fijan 220 millones de toneladas de biomasa (peso seco), lo que equivale alrededor de diez veces la demanda energética a nivel mundial (Rodríguez y Zambrano, 2010); de allí que la celulosa sea el compuesto más abundante del planeta. En cuanto a esto, para el año 1988 el Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial de Guatemala estimó que, durante un período de seis meses, el procesamiento de 547.000 toneladas de café en América Central generó 1,1 millones de toneladas de celulosa con consecuentes impactos sobre el ambiente (NREL, 2013). Sin embargo, hoy en día los residuos agroindustriales están integrados dentro de las cadenas productivas para la generación de productos con valor agregado y consecuentes beneficios económicos, ya que constituyen una fuente de bioamasa con potencial de transformación en distintos biomateriales con alternativas de utilidad social (O'Callaghan, 2016).

Valorización de los Residuos de la Agroindustria Cafetalera.

A lo largo de los siglos, las actividades antropogénicas han generado grandes depósitos de basura y residuos, con enormes gradientes de contaminación y serios efectos sobre la degradación de muchos ecosistemas naturales, que han sido desencadenantes de la gran

problemática ambiental y consecuentes cambios climáticos, sin ningún respeto a las fronteras entre países, afectando al planeta en su totalidad y por ende a todos los habitantes. A lo anterior se agrega la carga de contaminación que desde comienzos del siglo XX trajo consigo la explotación de los recursos fósiles y la subsecuente revolución industrial (O'Callaghan, 2016). Tal situación en general, conllevó a renovar el interés sobre la biomasa como un recurso renovable explotable bajo los criterios de una economía ecológica.

Cada año se hacen cada vez más descomunales las enormes cantidades de desechos/residuos generados por las agroindustrias a nivel mundial; cuyas toneladas podrían, incluso, al menos triplicar las cantidades de alimentos producidos anualmente para consumo humano y animal (You et al., 2013). Puesto que Brasil lidera los agro-negocios en Latinoamérica y en gran parte del mundo, se estima que anualmente sólo en este país se generan alrededor de 330 millones de toneladas de desechos que requieren la implementación de grandes esfuerzos para utilizarlos como fuente de biomasa, bajo condiciones armoniosas con todo el entorno de producción (Virmond et al., 2013). En tal sentido, el concepto de producción más limpia ha vitalizado la valorización de los residuales agroindustriales como una fuente de biomasa aprovechable en la obtención de productos y subproductos con valor agregado, teniendo en cuenta que los mismos pueden presentar una naturaleza bastante heterogénea consistente con una biomasa químicamente compleja que determinará la viabilidad de su separación, para evitar su disposición inapropiada como focos de contaminación y darle una utilidad adecuada en la mayor obtención de subproductos, como una manera de impulsar la bioeconomía (Brar et al., 2014; O'Callaghan, 2016).

En el caso particular del sector cafetalero, de acuerdo con la tabla 1, se ha calculado que el procesamiento de cada millón de sacos de 60 Kg de café verde seco produce 218.400 toneladas de pulpa y mucílago fresco (Rodríguez, 2009), que para el bloque de países productores de ALC resultan sumamente enormes las cantidades de residuales generados; donde, toda la cadena productiva utiliza menos del 5% de la biomasa en la preparación de la bebida, quedando el resto en forma residual como material lignocelulósico conformado por las hojas, ramas y tallos provenientes del proceso de renovación de los cafetales;

a lo que se adicionan los frutos verdes, caídos durante la cosecha y los retirados del lote a procesar; además de los residuos de la tabla 1, que incluyen pulpa, musilago, pergamino (cisco o cascarilla) y la borra o ripio obtenido en la preparación de la bebida.

En Colombia, uno de los pocos países con beneficios en inversiones y el más emergente de la región dentro la bioeconomía, a través del Centro de Investigaciones del Café (CENICAFÉ) se han conducido investigaciones sobre la producción de café en cuanto a métodos de cosecha, procesos en el beneficiado húmedo, calidad, manejo de subproductos y conservación de recursos naturales priorizando la protección, recuperación y manejo adecuado de los suelos y las fuentes de agua que han destacado los esfuerzos de CENICAFÉ en la promoción de la conservación, prevención y control de la contaminación con prácticas sostenibles (Kubota, 2011; Hughes et al., 2014), implementadas desde la década pasada con avances continuos para el aprovechamiento de la biomasa presente en los subproductos del café (Hughes et al., 2014).

Borra de Café.

La borra de café presenta alto contenido de carbono orgánico en forma de carbohidratos, proteínas, fibra, cafeína, polifenoles, taninos y pectinas (Mussatto et al., 2011; Pujol et al., 2013), por lo que debe ser tratada o valorizada para reducir su impacto ambiental (Caetano et al., 2014). De esta manera, es un residuo que contiene carbono elemental como su componente mayoritario, lo que le confiere atributos para utilizarlo en la preparación de carbón activado, material con diversas aplicaciones en aguas residuales, desechos farmacéuticos y separaciones gaseosas como algunas (Prahas et al., 2008). En este aspecto, Jutakridsada et al. (2015), recientemente prepararon carbón activado sometiendo la borra de borra de café a un proceso pirolítico en presencia de cloruro de zinc. Una vez que se lograron establecer las mejores condiciones experimentales, el carbón activado obtenido en promedio tuvo un diámetro de poro de 0,61 nm, un área de superficie específica de de 831 m² g⁻¹ y un volumen de poro total de 0,44 cm³ g⁻¹.

Leifa et al. (2001), investigaron la producción de Flammulina velutipes sobre borra de café encontrando que es posible utilizar este

residuo como sustrato sin administración de suplementos nutricionales para el cultivo de hongos comestibles; indicándose además, que este residuo probablemente favoreció el crecimiento de las cepas de hongos debido a su alto contenido de proteína y humedad, que son factores que afectan el desarrollo de los microorganismos (Townnsley 1979; Wang et al., 2001). Más recientemente también Murthy y Naidu (2012), evaluaron la eficacia de este residuo como única fuente de carbono, de las variedades Arábica y Robusta, para la producción de xilanas de *Penicillium* sp.; encontrando que a pesar de la baja producción de xilanas, quedó demostrado que la borra de café es un buen sustrato para el crecimiento de hongos. Otras utilidades dadas a este residuo han sido para producir etanol (Machado, 2009), en la elaboración de una bebida espiritual con propiedades organolépticas aceptables (Sampaio, 2010), como adsorbente de fácil disponibilidad y bajo costo para el tratamiento de aguas residuales (Franca et al., 2009) y para la obtención de biocombustible (Rodríguez y Zambrano, 2010).

Cisco o Cascarilla de Café.

Este residuo, junto con la película plateada, forma parte del endocarpio del fruto y presenta buenas propiedades combustibles con una capacidad calórica de 17,90 MJ por cada Kg (Roa et al., 1999). En los últimos años este subproducto ha recibido gran atención como componente para la elaboración de piezas plásticas utilizadas como materiales en el sector de construcción (Noticias, 2011), como un proyecto que nació en el Centro de Investigación en Procesamiento de Polímeros (CIPP) de la Universidad de Los Andes en Colombia; donde se realizó una evaluación de distintos tipos de fibras, que incluyeron caña, cascarilla de arroz, raquis de palma africana, pseudotallo de banano, fique y cisco de café; con criterios basados en su composición, propiedades mecánicas, nivel de refinamiento requerido, disponibilidad y costos de adquisición. Como resultado consideraron que el cisco era el componente que cumplía con los requisitos como material de refuerzo a combinar con el polímero PCV para originar un material nuevo (madera plástica), compuesto por un 60% de esta cascarilla (Ortega, 2010), como una manera de aprovechar este residuo de la agroindustria cafetalera en la construcción de viviendas de interés social.

Pulpa de Café.

Mediante la utilización de la lombriz roja *Eisenia foetida* Savigny se logra transformar la pulpa de café en abono orgánico, con muy buenos resultados en cuanto a la reducción en el tiempo de proceso (comparado con las prácticas tradicionales de compostaje), el incremento en la biomasa de lombriz y la calidad del lombricompostado obtenido (Dávila y Ramírez, 1996), con rendimientos medios en el proceso de 37,50%, reducción en el tiempo de proceso del 50%, con ciclos de producción de 4 a 6 meses. Adicionalmente, la pulpa es de gran utilidad en el cultivo de hongos comestibles del género *Pleurotus*, con estudios iniciados en el cultivo de *Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quéil. Sobre la pulpa de café sin agua, lográndose alcanzar una eficiencia biológica media de 54,40% con un rendimiento medio de 3,6 kg de hongos frescos m-2 (Rodríguez y Zuluaga, 1994).

De los estudios desarrollados entre 1998 y 2003, los investigadores concluyeron que los hongos comestibles del género *Pleurotus*, por su facilidad de cultivo y por su alto contenido de proteína, pueden cultivarse en las fincas cafeteras con el objeto de utilizarse en programas de seguridad alimentaria; indicando, además, que el resto de los subproductos agrícolas generados en las zonas cafetaleras como plátano, maíz y frijol también se pueden utilizar en el cultivo de estos hongos alcanzando rendimientos medios superiores al 50% (valor que se determinó como el límite mínimo de rentabilidad), haciendo factible su explotación con beneficios económicos, ya que presenta niveles de proteína entre 28 y 30% (Rodríguez y Jaramillo, 2005b).

Se ha reportado que la pulpa de café tiene un poder calorífico de 15,88 MJ Kg-1 (Porres et al., 1987), que le da utilidad como biocombustible. En este aspecto, se ha reportado la producción de biogás en digestores bajo condiciones anaeróbicas, con rendimientos de 25 L (biogás 60% metano) por cada Kg de pulpa fresca (Arcila, 1979; SASSE, 1984; Rodríguez y Zambrano, 2010). Otro biocombustible, es el obtenido a partir de la fermentación alcohólica de la pulpa de café, con rendimientos alrededor de 25,17 mL de etanol por cada Kg de pulpa fresca (Rodríguez, 2007a,b). Con este proceso, el etanol obtenido contiene una capacidad calorífica de 21,08 MJ L-1 (Sánchez, 2003).

De la pulpa de café se puede obtener pectina de bajo metoxilo, en cantidades aproximadas de 17,4 g por cada Kg de pulpa, lográndose mayores rendimientos cuando la pulpa se hidroliza en medio alcalino usando sulfito de sodio, indistintamente de utilizar etanol o cloruro de aluminio en la precipitación (Rodríguez, 1999).

La pulpa de café ensilada también ha sido evaluada con fines de utilidad en alimentación animal (Rodríguez, 2003; Noriega et al., 2009), donde mayormente se utiliza como un suplemento dietético (Noriega et al., 2008). Con este propósito, Ferreira et al. (2000), evaluaron el crecimiento de corderos y corderas alimentados con pulpa de café como parte de la dieta durante 50 días, utilizando un control sin pulpa ensilada, pulpa de café natural y pulpa de café tratada con urea y semillas de soya molidas. Los autores detectaron que la inclusión de niveles de 15% de pulpa de café no afectó el crecimiento de los animales, pero los machos presentaron un desempeño mayor que las hembras. Posteriormente, Ferreira et al. (2003) evaluaron en corderos híbridos y en un grupo puro, tres dietas con diferentes dosis de pulpa de café entre 0 y 25%, encontrando que la inclusión de 15% de pulpa tratada con urea y semilla de soya no afectó significativamente el peso de las canales de paleta, lomo y pierna de los corderos.

En cuanto a conejos, Bautista et al. (1999b) evaluaron la factibilidad de utilizar la pulpa de café ensilada y deshidratada en la alimentación de conejos en las etapas de crecimiento y de engorde. Para realizar este estudio utilizaron pulpa de café ensilada con melaza y pulpa de café sin melaza, pero con inóculo de bacterias acidolácticas. Los resultados obtenidos indicaron que, aunque los valores de crecimiento no superan los reportados con alimentos comerciales, es factible utilizar hasta un 85% de pulpa de café ensilada con melaza. En este ensayo se demostró que no se requiere del inóculo durante el ensilaje, debido a que no se observó ninguna mejora en las variables estudiadas.

En relación a peces, Moreau et al. (2003), durante un período de 28 días alimentaron tilapias con dietas de energía y proteínas que contenían pulpa de café fresca y ensilada, con las siguientes formulaciones dietéticas: 100% proteína y 100% energía, 80% de proteína y 100% energía, dos dietas con 80% proteína y 20% de pulpa de café (fresca y ensilada) y 100% energía y las últimas con 20% de pulpa en ambas condiciones, pero sin proteína. Los resultados demostraron que la

pulpa fresca y ensilada de café no es alimento conveniente para las tilapias del Nilo; sin embargo, un adecuado conocimiento en el proceso de ensilaje podría permitir mejorar perceptiblemente el valor nutritivo de los subproductos de la pulpa de café.

En este mismo orden de ideas, Bautista et al. (1999a), en Venezuela evaluaron la pulpa ensilada del café como fuente de alimento para cachamay (*Colossoma x Piaractus*) con un ensayo realizado en dos fases, una con alevines y otra con ejemplares de 8 meses y 22 días de edad, usando cuatro dietas formuladas con 0, 10, 15 y 20% de pulpa de café. Reportaron como resultado que no hubo diferencias significativas ($P < 0,05$), en cuanto a ganancia de peso en ambas etapas. Por otra parte, los peces a medida que crecen disminuyen la capacidad de utilizar niveles crecientes de pulpa de café ensilada, debido posiblemente a la presencia de cafeína en este subproducto.

En otro estudio, Bautista et al. (2005), evaluaron el desarrollo de alevines del híbrido cachamay alimentados con raciones compuestas por dos tipos de pulpa ecológica ensilada: un tipo sin melaza y otro con 5% de melaza. Cada tipo de pulpa de café se evaluó en diferentes niveles de inclusión: 10, 15 y 18%, junto con el tratamiento testigo sin pulpa. Los resultados demostraron que la mejor tasa de crecimiento en peso y longitud fue para la dieta de 18% de pulpa con 0,53 g/d y 0,68 mm/d, respectivamente; concluyendo que la pulpa de café ecológica ensilada puede ser empleada hasta un 18% para alimentar alevines de cachamay.

Castillo et al. (2002), evaluaron el efecto de incluir pulpa de café deshidratada en las dietas para alevines de tilapia roja (*Oreochromis aureus x Oreochromis niloticus*) con peso inicial entre 1,10 y 1,12 g. utilizando cuatro tratamientos: testigo sin pulpa de café deshidratada y dietas con 10, 20 y 30% de pulpa de café deshidratada, respectivamente. Los resultados demostraron que el mejor comportamiento lo presentaron los alevines sometidos a la dieta testigo y 10% de café con peso final de 11,24 y 11,46 g, respectivamente. El tratamiento con 30% de café en la dieta fue estadísticamente diferente a los otros tres (y estos similares entre sí), en el cual se constató la menor ganancia de peso de los alevines (8,9 g). Sin embargo, se puede incluir la pulpa de café en dietas para alevines de tilapia hasta 20%, sin afectar los índices productivos del animal.

En cuanto a porcinos, Bautista et al. (1999c) determinaron la ganancia de peso, el consumo de alimentos y la conversión alimenticia en cerdos de crecimiento y acabado, alimentados con pulpa de café ensilada con melaza en niveles de 0, 5, 10, 15 y 20% de la ración y constataron que es posible utilizar en cerdos los niveles de 20% de pulpa de café ensilada en la etapa de crecimiento y 15% en la de acabado sin ocasionar pérdidas en los parámetros productivos cuando se compara con los proporcionados a través del alimento comercial.

Mucílago de Café.

El mucílago es aprovechado al mezclarlo con la pulpa para la preparación de compostaje (Blandón et al., 1998) y lombricompostaje, donde ha sido de gran utilidad en la producción de biomasa de las lombrices (Dávila y Ramírez, 1996). Al igual que la pulpa, el mucílago también constituye una fuente de pectina que puede proporcionar alrededor de 82 g de pectina, de alto metoxilo, por cada 10 kg de mucílago fresco, logrando los mejores rendimientos del proceso cuando se realiza la precipitación con etanol en presencia de polifosfatos, indistintamente si la hidrólisis es ácida o básica; mientras que al precipitar con cloruro de aluminio, se obtienen los mejores rendimientos cuando el proceso de hidrólisis es alcalino en presencia de sulfito de sodio (Rodríguez, 1999). Adicionalmente, se evaluó la utilidad del mucílago para la alimentación porcina encontrándose buenas respuestas en conversión del alimento, ganancia en peso y rendimiento económico, en animales con pesos superiores a 40 kg sin observarse algún posible efecto en la calidad de la carne (Garavito y Puerta, 1998).

En cuanto a la utilidad del mucílago en la producción de biogás, Zambrano (1994), reportó que por cada Kg de DQO aplicado al proceso de digestión anaerobia a 36°C, se generan 287 L de metano con un poder calorífico de 35,78 kJ por L (Sasse, 1984), generando 1,31 MJ por Kg de mucílago fresco (Rodríguez, 2007a). En cuanto a los estudios de fermentación alcohólica, se encontró un valor promedio de 58,37 mL de etanol a partir de 1 Kg de mucílago fresco equivalente a 1,23 MJ por Kg de mucílago fresco, siendo un valor muy cercano al alcanzado en forma de biogás (Rodríguez, 2007b).

La agroindustria del sector cafetalero constituye un baluarte prometedor como una economía netamente de base biológica que brinda un amplio espectro de beneficios y oportunidades, además de los requerimientos de sostenibilidad inherentes a la producción del rubro con criterios bioeconómicos aplicables principalmente a la valorización de sus desechos/residuos para la obtención de productos con valor agregado con beneficios ecológicos favorables por la reducción del impacto ambiental.

Glosario de Términos

Afluente: flujo de salida de los tanques de lavado.

Aguas Mielles: Nombre que reciben las aguas residuales del lavado del café, cuando al fruto se le retira el mucílago por fermentación natural.

Aguas Residuales del Café: Aguas provenientes del proceso de beneficio del fruto de café, incluye el agua de despulpado (cuando este no se realiza en seco) y el agua de lavado.

Beneficiadero de Café: Establecimiento en el cual se realizan, en forma ordenada e higiénica, las operaciones y procesos destinados a transformar el café cereza en café pergamino seco.

Beneficio del Café: Proceso llevado a cabo para transformar el café cereza en café pergamino seco.

Café: Término general para los frutos y las semillas de las plantas del género Coffea, así como los productos procedentes de estos frutos y semillas en diversas etapas de procesamiento y uso, con destino al consumo.

Café Almendra: Grano de café al que se le han retirado las distintas envolturas a través del proceso agroindustrial.

Café Baba: Grano de café después del despulpado, que aún conserva el mucílago.

Café Cereza: Fruto de café o materia prima del proceso de beneficio. La parte externa o pulpa del fruto puede ser de color amarillo o rojo para el café maduro, según la variedad.

Café Despulpado: Grano de café al cual se le ha retirado la pulpa o exocarpio.

Café Especial: Aquel valorado por los consumidores por sus atributos consistentes, verificables y sostenibles, y por los cuales los compradores están dispuestos a pagar precios superiores.

Café Lavado: Grano de café obtenido después de la operación de lavado en el beneficio.

Café Maduro: Fruto de color rojo o amarillo que se encuentra en su óptimo estado de desarrollo.

Café Pergamino Húmedo: Grano de café después de lavado, que presenta un contenido de humedad entre el 12% y el 52%.

Café Pergamino Seco: Grano obtenido del beneficio, después del proceso de secado (con humedad entre el 10 y el 12%). Es el producto obtenido en la finca, que se vende y luego se procesa para el consumo humano.

Demanda Bioquímica de Oxígeno: Cantidad de oxígeno que los microorganismos, especialmente bacterias (aerobias o anaerobias), hongos y plancton consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas contenidas en una muestra líquida.

Demanda Química de Oxígeno: Cantidad de materia orgánica susceptible de ser oxidada por medios químicos que hay en una muestra líquida, utilizada para medir su grado de contaminación.

Desarrollo Sostenible: Posibilidad que tienen las generaciones presentes de garantizar la explotación sostenida de los recursos o factores productivos a las generaciones futuras.

Desmucilaginado: Operación mecánica en la cual se retira el mucílago (que forma parte del mesocarpio del fruto) y se realiza en un equipo denominado desmucilagador.

Despulpado: Operación mecánica en la cual se retira la pulpa o epicarpio del fruto de café y se realiza en un equipo denominado despulpadora.

Digestión Anaerobia: es un proceso biológico degradativo, en el cual parte de la materia orgánica contenida en un sustrato es convertida en una mezcla de gases principalmente metano y dióxido de carbono.

Efluente: Flujo de salida del sistema modular de tratamiento anaerobio.

Lavado del Café: Operación tecnológica destinada a eliminar, por medio del agua, todos los residuos del mesocarpio mucilaginoso adheridos a la superficie del pergamino y se realiza después del proceso de fermentación del mucílago.

Mucílago: Constituye el mesocarpio del fruto. Es la parte que se encuentra después de retirar la cáscara. Es de consistencia viscosa, color habano claro. Es separado del grano por fermentación natural o por medios mecánicos o enzimáticos.

Película Plateada: Cubierta seca de la semilla del grano de café tiene aspecto plateado o cobrizo.

Pergamino: Se refiere al cisco o cascarilla de café.

Proceso de Fermentación: Operación bioquímica destinada a digerir el mesocarpio mucilaginoso que se adhiere al pergamino del café despulpado, para permitir así su eliminación por medio del lavado.

Pulpa: Parte del fruto de café que se elimina durante el despulpado y que se compone del exocarpio y la mayor parte del mesocarpio.

Reactor Hidrolítico: Reactor en donde se suceden reacciones de hidrólisis y acidificación de los carbohidratos presentes en las aguas residuales del café.

Reactor Metanogénico: Reactor en donde se encuentran bacterias metanogénicas responsables de la etapa final de tratamiento de las aguas residuales del lavado del café, convirtiendo los ácidos presentes en el agua en gas metano.

Sólidos Suspendidos: Residuos no filtrables de una muestra de agua natural o residual industrial o doméstica correspondiente a la porción de sólidos retenidos por un filtro de fibra de vidrio que posteriormente son secados a 103-105 °C, hasta llegar a un peso constante.

Sólidos Totales: Corresponde a la suma de los sólidos en suspensión más los sólidos disueltos en el agua.

Subproductos del Beneficio del Café: Se refiere a la pulpa, mucílago, granos semidespulpados, pasillas y flotes, originados durante el proceso de beneficio del café.

Tanque de Fermentación: Recipiente donde se depositan los granos despulpados o café baba, para el proceso de fermentación del mucílago de café.

Tasa Retributiva: Pago de dinero por la contaminación que se deja de remover y que se descarga directa o indirectamente a cuerpos de agua, existente en algunos países como medida de control para evitar la contaminación.

Vertimiento: Descarga de aguas domésticas o industriales a fuentes de agua o al suelo.

Referencias Bibliográficas

- ACDI/VOCA: Agricultural Cooperative Development International and Volunteers in Overseas Cooperative Assistance. 2014. Specialty coffee. Documento en línea disponible en: [http://www.acdivoca.org/site/Lookup/ACDIVOCA_Coffee_web/\\$file/ACDIVOCA_Coffee_web.pdf](http://www.acdivoca.org/site/Lookup/ACDIVOCA_Coffee_web/$file/ACDIVOCA_Coffee_web.pdf)
- AGG. 2009. Agreement on Green Growth. The Danish Government – European Union. Documento en línea disponible en: http://eng.mst.dk/media/mst/69152/Danish%20Agreement%20on%20Green%20Growth_300909.pdf
- AIM. 2013. National Biomass Strategy 2020: New wealth creation for Malaysia's biomass industry. Documento en línea disponible en: <https://biobs.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/generated/files/policy/Biomass%20Strategy%202013.pdf>
- Albrecht, K.; Ettl, S. 2014. Bioeconomy strategies across the globe. Rural 21, Vol. 48, N° 3.
- ALCUE. 2013. Memoria Simposio América Tropical Proyecto. MICITT, San José – Costa Rica. Documento en línea disponible en: <http://alcuenet.eu/dms-files.php?action=doc&id=346>
- América Economía. 2016. Gobierno ecuatoriano destaca nueve años de política económica que privilegia al ser humano. Agencia de noticias públicas del Ecuador (Andes). Documento en línea disponible en: <http://www.americaeconomia.com/economia-mercados/finanzas/gobierno-ecuatoriano-destaca-nueve-anos-de-politica-economica-que-privile>

- Anderson, K.; Smith, B. 2002. Chemical profiling to differentiate geographic growing origins of coffee. *J. Food Comp. Anal.*, 50(7): 2068-2075.
- Andes. 2014. Ecuador apuntalará industrias básicas para diversificar su economía. Agencia pública de noticias del Ecuador y Suramérica. Documento en línea disponible en: <http://www.andes.info.ec/es/noticias/ecuador-apuntalara-industrias-basicas-diversificar-economia.html>
- Andrade, G. 2011. Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ambiente-política. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 35(137): 491-507.
- Anlló, G.; Fuchs, M. 2013. Bioeconomía y los desafíos futuros. La biotecnología como ventana de oportunidad para Iberoamérica. El estado de la ciencia 2013. Informe de la RICYT. Documento en línea disponible en: http://www.ricyt.org/files/Estado%20de%20la%20Ciencia%202013/2_1_Bioeconomia_y_desafios_futuros%281%29.pdf
- Arcila, O. 1979. Producción de Biogás a base de pulpa de café. In: Reunión Internacional sobre la utilización integral de los subproductos de café, 2. Guatemala, Diciembre 3-5. Chinchiná, Colombia. CENICAFÉ. 17 p.
- AVERU. 2013. Comunicado de los Rectores Universitarios ante la actual situación política-constitucional de Venezuela. Asociación Venezolana de Rectores Universitarios (AVERU). UCV Noticias, Información universitaria a tu alcance. Documento en línea disponible en: <http://ucvnoticias.ucv.ve/?p=12690>
- Barrera, A. 2011. Nuevas realidades, nuevos paradigmas: la nueva revolución agrícola. *ComunIICA*, ene-jul., pp 10-21. Documento en línea disponible en: <http://repiica.iica.int/docs/b2144e/b2144e.pdf>
- Bauen, A.; Berndes, G.; Junginger, M.; Londo, M.; Vuille, F.; Ball, R.; Bole, T.; Chudziak, C.; Faaij, A.; Mozaffarian, H. 2009. Bioenergy: A Sustainable and Reliable Energy Source. Documento en línea disponible en: http://www.globalbioenergy.org/uploads/media/0908_IEA_Bioenergy_-_Bioenergy_%E2%80%93_A_sustainable_and_reliable_energy_source_ExSum.pdf

- Bautista, E.; Useche, M.; Pérez, P.; Linares, F. 1999a. Utilización de la pulpa de café ensilada y deshidratada en la alimentación de cachamay (*Colossoma x Piaractus*). En Ramírez J. (Ed) Pulpa de Café Ensilada. Producción, caracterización y utilización en la alimentación animal. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Universidad Central de Venezuela, pp. 109-135.
- Bautista, E.; Molina, N.; Rodríguez, L. 1999b. Utilización de la pulpa de café ensilada con melaza y bacterias en raciones para conejos en crecimiento y engorde. X Congreso Venezolano de Zootecnia. San Cristóbal, Táchira. Venezuela.
- Bautista, E.; Barrueta, E. Acevedo, L. 1999c. Utilización de la pulpa de café ensilada en raciones para cerdos en crecimiento y acabado. En Ramírez J. (Ed). Pulpa de Café Ensilada. Producción, caracterización y utilización en la alimentación animal. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. pp. 84-101.
- Bautista, E.; Pernía, J.; Barrueta, D.; Useche, M. 2005. Pulpa ecológica de café ensilada en la alimentación de alevines del híbrido de cachamay (*Colossoma macropomum x Piaractus brachypomus*). Rev. Cien. Fac. Cien. Vet. LUZ, 15(1): 33-40.
- BBC. 2013. PISA (2013): El examen más importante del mundo... BBC Mundo, 2-3/12/13. Documento en línea disponible en: <https://aquevedo.wordpress.com/2013/12/03/pisa-2013-el-examen-mas-importante-del-mundo/>
- BCCB. 2011. British Columbia Bio-economy. Documento en línea disponible en: http://www.gov.bc.ca/jtst/down/bio_economy_report_final.pdf
- BCV. 2016. Resultados del índice nacional de precios al consumidor, producto interno bruto y balanza de pagos: tercer trimestre de 2015. Banco Central de Venezuela. Documento en línea disponible en: <http://www.bcv.org.ve/Upload/Comunicados/aviso150116.pdf>
- BECOTEPS. 2011. The European Bioeconomy in 2030: Delivering Sustainable Growth by Addressing the Grand Societal Challenges; Bio-Economy Technology Platforms: Brussels, Belgium. Documento en línea disponible en: http://www.plantetp.org/images/stories/stories/documents_pdf/brochure_web.pdf

- Beelarts, C. 2011. Coffee trade: a basic lesson on the economics of the price of coffee. March Global Coffee Review. Documento en línea disponible en: <http://www.gcrmag.com/economics/view/coffeconomics?/economics/view/coffeconomics>
- Belitz, H.-D.; Grosch, W.; Schieberle, P. 2009. Coffee, tea, cocoa. In H.-D. Belitz, W. Grosch, P. Schieberle (Eds.). Food Chemistry, 4th ed., pp. 938-951.
- Bello, R.; Calvo, L.A.; Sánchez J.E.; Lau, G.; Cuevas, R. 1993 diagnóstico de la contaminación en las aguas residuales de los beneficios húmedos de café en el soconusco, Chiapas, México. XVI Congr. Lat. Cafeticultura. 27-29 octubre CONCAFE-PROMECAFE-IICA, Managua, Nicaragua. 123 p.
- Ben, H. 2015. CNN en español noticias: Ecología. Documento en línea disponible en: <http://cnnespanol.cnn.com/2015/12/01/papapide-acuerdo-sobre-cambio-climatico-estamos-al-borde-de-un-suicidio/>
- Bin, A.; Gianoni, C.; Mendes, P.; Rio, C. 2009. GCARD Revisión Regional para América Latina y el Caribe. (Ed.). Filho, S., Brasil. Documento en línea disponible en: http://www.fao.org/docs/eims/upload/267906/GCARD%20LAC%20Nov%202009_esp%20FINAL.pdf
- Bio-economy Council. 2009. Kompetenzen bündeln, Rahmenbedingungen verbessern, internationale Partnerschaften eingehen – Erste Empfehlungen zum Forschungsfeld bioökonomie in Deutschland. Documento en línea disponible en: <http://biooekonomierat.de/english.html>
- Bio-economy Council. 2010. Bio-economy Innovation: Research and technological development to ensure food security, the sustainable use of resources and competitiveness. Bio-economy Council Report. Documento en línea disponible en: <http://bioeconomy.dk/bioeconomyinnovationreport2010.pdf>
- BioAu. 2012. Bioenergy – Strategic Plan 2012-2015. Bioenergy Australia. Documento en línea disponible en: <http://www.bioenergyaustralia.org/data/reports/Bioenergy%20Australia%20Strategic%20Plan%202012-2015%20Final%2028%20Sept%202012.pdf>
- Biodiversity a-z. 2014. Concise and authoritative information about biodiversity. UNEP/WCMC. Documento en línea disponible en: <http://www.biodiversitya-z.org/>

- BIONNA. 2013. BIONNA Company profile/description. Documento en línea disponible en: <http://www.bionna.org/company/274/La-Red-de-Innovaci%C3%B3n-en-Biotecnolog%C3%ADa-para-las-Am%C3%A9ricas-%28BIONNA%29>
- BIOS. 2013. Bioökonomie positionspapier. Austria. Documento en línea disponible en: http://www.bios-science.at/images/Veranstaltungen_Vortraege/2013_11_13_Praesentation/Biökonomie-Positionspapier.pdf
- BioStep. 2014. Bioenergy Policies and Regulation in Indonesia. Ministry of Energy and Mineral Resources of the Republic of Indonesia. Documento en línea disponible en: http://bio-step.eu/fileadmin/BioSTEP/Bio_strategies/Indonesia__Bioenergy_Policies_and_regulations.pdf
- Biotalous. 2014. The Finnish Bioeconomy Strategy. Documento en línea disponible en: http://www.tem.fi/files/40366/The_Finnish_Bioeconomy_Strategy.pdf
- BioTech. 2012. Bioindustry and Bioresources BioTech2030. Prospects of bioeconomy in the Russian Federation. Documento en línea disponible en: http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/vladimir_popov.pdf
- BioTechCorp. 2013. Bioeconomy Transformation Programme. Annual Report 2013. Malasia. Documento en línea disponible en: http://www.biotechcorp.com.my/wp-content/uploads/2011/11/publications/BioEconomy-BTP_AR2013.pdf
- Birch, K. 2012. Knowledge, place, and power: Geographies of value in the bioeconomy. *New. Genet. Soc.*, 31(2): 183-201.
- Birch, K.; Levidow, L.; Papaioannou, T. 2010. Sustainable capital? The neoliberalization of nature and knowledge in the European “knowledge-based bio-economy”. *Sustainability*, 2(9): 2898-2918.
- Birch, K.; Tyfield, D. 2013. Theorizing the bioeconomy: Biovalue, biocapital, bioeconomics or ... what? *Sci. Tech. Hum. Val.*, 38(3) 299-327.
- Birdlife. 2010. European Environmental Bureau (EEB). Transport and Environment (T&E). Birdlife International. Bioenergy: A Carbon Accounting Time Bomb. Documento en línea disponible en: <http://www.eeb.org/EEB/index.cfm?LinkServID=8481F382-A488-5532-533788C21A65D484&showMeta=0>

- Bisang, R.; Campi, M.; Cesa, V. 2009. Biotecnología y desarrollo. CEPAL. Colección de Documentos de proyectos. Buenos Aires. Documento en línea disponible en: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3650/S2009064_es.pdf;jsessionid=897799AF5C340633990852097DCBF294?sequence=1
- Bisht, S.; Sisodi, S. 2010. Coffea arabica: a wonder gift to medical science. *J. Nat. Pharmaceut.*, 1(1): 58-65.
- Blanco, J. 2013. Responsabilidad social empresarial y posicionamiento de los aceites esenciales de Rubiales. Trabajo de Especialización en gerencia de Mercadeo. Universidad EAN, Bogotá – Colombia. Documento en línea disponible en: <http://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/5826/BlancoJenniffer2013.pdf?sequence=1>
- Blandón, G.; Rodríguez, N.; Dávila, M. 1998. Caracterización microbiológica y físico-química de los subproductos del beneficio del café en proceso de compostaje. *Cenicafé* 49(3): 169-185.
- BMBF. 2010. National Research Strategy BioEconomy 2030: Our Route towards a biobased economy. Federal Ministry of Education and Research. German. Documento en línea disponible en: https://www.bmbf.de/pub/Natinal_Research_Strategy_BioEconomy_2030.pdf
- BMBF. 2013. National Policy Strategy on Bioeconomy: Renewable resources and biotechnological processes as a basis for food, industry and energy. Federal Ministry of Education and Research. German. Documento en línea disponible en: http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/EN/Publications/NatPolicyStrategy-Bioeconomy.pdf?__blob=publicationFile
- Bolliger, A.; Magid, J.; Telmo, J.; Skóra, F.; dos Santos, M.; Calegari, A.; Ralisch, R.; de Neergaard, A. 2006. Taking Stock of the Brazilian “Zero-Till Revolution”: A Review of Landmark Research and Farmer’s Practice. *Rev. Advanc. Agron.*, Vol. 91. pp. 47-110.
- Bovarnick, A.; Alpízar, F.; Schnell, C. 2010. Importance of Biodiversity and Ecosystems in Economic Growth and Equity in Latin America and the Caribbean: An economic valuation of ecosystems. United Nations Development Programme. Documento en línea disponible en: <http://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/onu/175-eng-sum.pdf>
- Börjesson, P.; Ericsson, K.; di Lucia, L.; Nilsson, L.J.; Åhman, M. 2009. Sustainable Vehicle Fuels: Do They Exist? Lund University:

- Lund, Sweden. Documento en línea disponible en: http://www.miljo.lth.se/svenska/internt/publikationer_internt/pdf-filer/Sustainable%20vehicle%20fuels%20-%20EESS%20Report%2067%20-%20Published.pdf
- Braham, J.; Bressani, R. 1978. Pulpa de Café: Composición Tecnología y Utilización. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Colombia. pp. 9-31.
- Brar, S.; Soccol, C.; Dhillon, G. 2014. Biotransformation of waste biomass into high value biochemicals. Springer New York. 504 p.
- Cabrera, L. 2016. MEDIDAS ECONÓMICAS: Gobierno Nacional anuncia medidas de Estado de Emergencia Económica. El Universal, Caracas 15-01-2016. Economía. Documento en línea disponible en: <http://www.eluniversal.com/economia/160115/gobierno-nacional-anuncia-medidas-de-estado-de-emergencia-economica>
- Caetano, N.; Silva, V.M.; Melo, A.; Martins, A.; Mata, T. 2014. Spent coffee grounds for biodiesel production and other applications. Clean. Technol. Environ. Policy, 16(7): 1423-1430.
- Café Salud. 2013. Alrededor del café pueden hacerse grandes negocios. Café Saludable Gourmet. Documento en línea disponible en: <https://cafesaludablegourmet.wordpress.com/category/historia-del-cafe/>
- Cárdenas, R.; Ortiz, J. 2014. Manejo integrado del recurso agua, en el proceso de beneficio húmedo del café, para la asociación de productores de café especial “Acafeto” en el Municipio del Fresno, Departamento del Tolima. Tesis de Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas. Universidad de Manizales, Colombia. 164 p. Documento en línea disponible en: http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/1265/1/Cardenas_Garzon_Rodrigo_Cristobal_2014.pdf
- Carreño, F. 2012. Chávez regalo más de 260 millardos a otros países. El Nacional/Política. Documento en línea disponible en: http://www.el-nacional.com/politica/Chavez-regalo-Bs-millardos-paises_0_52794894.html
- Carvalho, A. 2007. Histórico do desenvolvimento do cultivo do café no Brasil. Documentos IAC, 34. 8 p. Documento en línea disponible en: http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes_online/pdf/doc34.pdf

- Castillo, E.; Acosta, Y.; Betancourt, N.; Castellanos, E.; Matos, A.; Téllez, V.; Cerdá, M. 2002. Utilización de la pulpa de café en la alimentación de alevines de tilapia roja. *Rev. Aquatic*, 16. Documento en línea disponible en línea en <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/art.asp?t=h&c=143>
- CC. 2010. The Knowledge Based Bio-Economy in Europe: Achievements and Challenges; Clever Consult: Brussels, Belgium. Documento en línea disponible en: http://www.bio-economy.net/reports/files/KBBE_2020_BE_presidency.pdf
- CDB. 2010. Convention on Biological Diversity. COP 10 Decision X/2 Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020. Nagoya – Japan. Documento en línea disponible en: <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-10/full/cop-10-dec-es.pdf>
- Celeres. 2013. Informativo Biotecnología. Minas Gerais: Uberlândia. Documento en línea disponible en: <http://www.celeres.com.br/>
- CEPAL. 2015a. Conferencia Internacional – Bioeconomía América Latina y el Caribe: oportunidades para la agricultura y la agroindustria. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, octubre-2015. Documento en línea disponible en: http://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/agendabioeconomia_esp_1.pdf
- _____. 2015b. Ingresos de inversión extranjera en América Latina y el Caribe 2008-2014. Unidad de información pública. Comisión Económica para América Latina y el Caribe – Naciones Unidas. Documento en línea disponible en: http://www.cepal.org/sites/default/files/pr/files/tabla_ingresosied_esp_2105.pdf
- _____. 2015c. Inversión extranjera directa hacia la región cayó 16% en 2014 tras un decenio de fuertes alzas. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Comunicado de prensa. Desarrollo productivo y empresarial. Documento en línea disponible en: <http://www.cepal.org/es/comunicados/inversion-extranjera-directa-hacia-la-region-cayo-16-en-2014-tras-un-decenio-de-fuertes>
- Cervantes, S. 1998. Nuevas tendencias de producción en beneficios cafetaleros. En: Confederación Mexicana de Productores de Café. p. 13.
- Cezar, G. 2013. “Queremos invertir en biotecnología en Colombia”. *Diario el Tiempo*: entrevista. Colombia. Documento en línea disponible en:

- <http://www.eltiempo.com/archivo/documento-2013/DR-110099>
- Chanakya, H.; Alwis, A. 2004. Environmental issues and management in primary coffee processing. *Process safety environ. Protect.*, 82(4): 291-300.
- Chavarriaga, P.; Valbuena, G. 2013. La bioeconomía en el país. *Diario Portafolio: opinión*. Bogotá, Colombia. Documento en línea disponible en: <http://www.portafolio.co/opinion/la-bioeconomia-el-pais>
- Ciemat. 2013. Energías renovables y ahorro energético. Gobierno de España. Documento en línea disponible en: <http://www.ciemat.es/portal.do?IDM=61&NM=2&identificador=197>
- Clayuca. 2015. Producción de etanol/Birus. Corporación Clayuca, Colombia. Documento en línea disponible en: <http://www.clayuca.org/sitio/index.php/manejo-poscosecha/produccion-de-etanol>
- CONACYT. 2012. Indicadores de actividades Científicas y Tecnológicas. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. 128 p. Documento en línea disponible en: <http://www.conacyt.mx/siicyt/index.php/centros-de-investigacion-conacyt/informe-general-del-estado-de-la-ciencia-y-la-tecnologia-2002-2011/informe-general-del-estado-de-la-ciencia-y-la-tecnologia-2002-2011-b/2389-2012-indicadores-de-bolsillo-2012/file>
- Cosoy, N. 2015. El limbo que viven en Colombia los médicos cubanos que desertaron en Venezuela y quieren llegar a EE.UU. *BBC Mundo*, Bogotá. Documento en línea disponible en: http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/08/150824_colombia_medicos_cubanos_protesta_ep
- CRBV. 2000. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. *Gaceta Oficial* N° 5453. 633 p. Documento en línea disponible en: <http://gebolivar.e-bolivar.gov.ve/gebolivar/documentosGenerales/DocumentacionRequerida.pdf>
- Croezen, H.; Bergsma, G.; Otten, M.; van Valkengoed, M. 2010. *Biofuels: Indirect Land Use Change and Climate Impact*; CE Delft: Delft, The Netherlands. Documento en línea disponible en: http://www.transportenvironment.org/sites/te/files/media/Biofuels_indirect%20land%20use%20change%20and%20climate%20impact_CE%20Delft.pdf
- Dávila, M.; Ramírez, C. 1996. *Lombricultura en pulpa de café*. Chinchiná, Colombia. CENICAFÉ, Avances Técnicos N° 225. 11 p.

- DBTIn. 2012. The Bioenergy Roadmap: Vision 2020. Department of Biotechnology (DBT). Ministry of sciences and Technology – Government of India. Documento en línea disponible en: <http://dbtindia.nic.in/wp-content/uploads/2014/05/BioenergyVision.pdf>
- DBTIn. 2014. Biotechnology Strategy II. Department of Biotechnology (DBT). Ministry of sciences and Technology – Government of India. Documento en línea disponible en: http://dbtindia.nic.in/wp-content/uploads/2014/05/NBDS_2014.pdf
- Debia, J. 2010. La Expropiación en Venezuela. Documento en línea disponible en: <http://expropiaciongrupo2.blogspot.com/>
- De Jong, E.; van Ree, R.; Sanders, J.P.M.; Langeveld, J.W.A. 2010. Biorefineries: Giving Value to Sustainable Biomass Use. In: The Biobased Economy: Biofuels, Materials and Chemicals in the Post-oil Era. Langeveld, J.W.; Sanders, J.P.M.; Meeusen, M. Eds.; Earthscan: London, UK. pp. 111-130.
- DER/Ecuador. 2015. Producción de aceite de piñón para plan piloto de generación eléctrica en Galápagos. Dirección Energía Renovable Gobierno de Ecuador. Documento en línea disponible en: <http://www.energia.gob.ec/direccion-energia-renovable/>
- Diament, M. 1999. Dos conmovedoras historias de inmigrantes. La Nación, 03 de julio de 1999. Argentina. Documento en línea disponible en: <http://www.lanacion.com.ar/144474-dos-conmoveras-historias-de-inmigrantes>
- Dieckhoff, P.; El-Cichakli, B.; Patermann, C. 2015. Bioeconomy policy synopsis and analysis of strategies in the G7. Office of the Bioeconomy Council. Documento en línea disponible en: http://biooekonomierat.de/fileadmin/Publikationen/berichte/BOER_Laenderstudie_1_.pdf
- EC (European Commission). 1993. Growth, Competitiveness, Employment: The Challenges and Ways forward into the 21st Century; White Paper, COM (93)700; European Commission: Brussels, Belgium. Documento en línea disponible en: http://europa.eu/documentation/official-docs/white-papers/pdf/growth_wp_com_93_700_parts_a_b.pdf
- EC. 2005. New Perspectives on the Knowledge-Based Bio-Economy; European Commission: Brussels, Belgium. Documento en línea

- disponible en: https://ec.europa.eu/research/conferences/2005/kbb/pdf/kbbe_conferencereport.pdf
- EC. 2008. Communication from the Commission: 20 20 by 2020. Europe's climate change opportunity; COM (2008)30; European Commission: Brussels, Belgium. Documento en línea disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52008DC0030&from=EN>
- EC. 2009. Directive 2009/28/EC on the Promotion of the Use of Energy from Renewable Sources and Amending and Subsequently Repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC; European Commission: Brussels, Belgium. Documento en línea disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=EN>
- EC. 2010a. Commission sets up system for certifying sustainable biofuels. Documento en línea disponible en: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-10-711_en.htm
- EC. 2010b. Report from the Commission: Sustainability requirements for the use of solid and gaseous biomass sources in electricity, heating and cooling; COM (2010) final; European Commission: Brussels, Belgium. Documento en línea disponible en: http://ec.europa.eu/smart-regulation/impact/ia_carried_out/docs/ia_2010/sec_2010_0066_en.pdf
- EC. 2011. Bio-based Economy for Europe: State of play and Future Potential-Part 2; DG Research and Innovation, European Commission: Luxembourg, Belgium. Documento en línea disponible en: <https://ec.europa.eu/research/consultations/bioeconomy/bio-based-economy-for-europe-part2.pdf>
- EC. 2012. Innovating for sustainable growth: A bioeconomy for Europe, COM Final. European Commission: Brussels, Belgium. Documento en línea disponible en: http://ec.europa.eu/research/bioeconomy/pdf/official-strategy_en.pdf
- Echeverría, R.; Trigo, E. 2008. Los retos de la investigación agroalimentaria en América Latina. *Rev. Española Estudios Agrosoc. Pesquer.*, N° 219. pp. 71-112. Documento en línea disponible en: http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/168352/2/pdf_REEAP-r219_71_112.pdf

- Edwards, R.; Szekeres, S.; Neuwahl, F.; Mahieu, V. 2008. Biofuels in the European Context: Facts and Uncertainties. European Commission. Documento en línea disponible en: https://ec.europa.eu/jrc/sites/default/files/jrc_biofuels_report.pdf
- El Araguëño. 2015. Aprueban 480 millones de dólares para mantenimiento de aviones sukhoi. Nación, 29/10/15. Documento en línea disponible en: <http://elaragueno.com.ve/aprueban-480-millones-de-dolares-para-mantenimiento-de-aviones-sukhoi/>
- El Colombiano. 2016. Venezuela es el país más corrupto de Latinoamérica. Diario El Colombiano, Noticias/Internacional, 27/01/16. Documento en línea disponible en: <http://www.elcolombiano.com/venezuela-el-pais-mas-corrupto-de-america-latina-transparencia-internacional-LD3498409>
- El Mostrador. 2016. nasa advierte que “El Niño Godzilla” podría ser el peor desastre natural de la historia. El mostrador-Noticias, 25/01/16. Documento en línea disponible en: <http://www.elmostrador.cl/noticias/pais/2016/01/25/nasa-advierte-que-el-nino-godzilla-podria-ser-el-peor-desastre-natural-de-la-historia/>
- El País. 2016. Maduro declara la emergencia para poder gobernar por decreto 60 días. El País, España. Documento en línea disponible en: http://internacional.elpais.com/internacional/2016/01/15/actualidad/1452875022_531694.html
- Esquivel, P.; Jiménez, V. 2012. Functional properties of coffee and coffee by-products. Food Res. Inter., 46(2): 488-495.
- El Universal. 2012. Evidencian fallas en el proceso educativo venezolano. 18-07-12. Documento en línea disponible en: <http://www.eluniversal.com/nacional-y-politica/120718/evidencian-fallas-en-el-proceso-educativo-venezolano>
- EPA. 2015a. El Cambio Climático y Usted. United State Environmental Protection Agency. Documento en línea disponible en: <http://espanol.epa.gov/espanol/el-cambio-climatico-y-usted>
- _____. 2015b. Climate impacts on human health. United State Environmental Protection Agency. Documento en línea disponible en: <http://www3.epa.gov/climatechange/impacts/health.html#content>
- Etienne, H. 2005. Somatic embryogenesis protocol: coffee (*Coffea arabica* L. and *C. canephora* P.). In s.m. Jain and P.K. Gupta (Eds.), Protocol for somatic embryogenesis in woody plant, pp. 167-168.

- EU/EC. 2007. Brazil Biotechnology Strategy. European Commission. Documento en línea disponible en: http://eeas.europa.eu/brazil/csp/07_13_en.pdf
- EuropaBio. 2011. Building a Bio-based Economy for Europe in 2020; European Association for Bioindustries: Brussels, Belgium. Documento en línea disponible en: http://www.europabio.org/sites/default/files/eb_bio-based_brochure.pdf
- FAO. 2003. Agricultura Orgánica, Ambiente y Seguridad Alimentaria. Deposito de documentos FAO. Documento en línea disponible en: <http://www.fao.org/docrep/005/y4137s/y4137s0f.htm#fn193>
- FAO. 2011a. Status and trends of biotechnologies applied to the conservation and utilization of Genetic Resources for food and agriculture and matters relevant for their future development. Doc CGRFA/WG-PGR-5/11/4, Fifth Session Intergovernmental Technical Working Group on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture, Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Documento en línea disponible en: <http://www.data.fao.org/ag/againfo/programmes/en/genetics/angrvent2010.html>
- _____. 2011b. Documento técnico 3: Guía metodológica para el desarrollo de Escuelas de Campo. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Documento en línea disponible en: <http://www.fao.org/climatechange/30315-069f5a40da3e46706f-6936d2e99514e30.pdf>
- FAO/IIASA/AEZ. 2000. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), International Institute for Applied System analysis (IIASA), Agro-Ecological Zones Documento en línea disponible en: <http://webarchive.iiasa.ac.at/Research/LUC/GAEZ/index.htm>
- FAPUV. 2016. la crisis universitaria en Venezuela: informe a la asamblea nacional (20-01-2016). Federación de Asociaciones de Profesores Universitarios de Venezuela (FAPUV). Documento en línea disponible en: http://www.apuneg.net/files/INFORME_%20AN-COMISION_UNIVERSITARIA-19-01-16.pdf
- Feria-Morales, A.M. 2002. Examining the case of green coffee to illustrate the limitations of grading systems/expert tasters in sensory evaluation for quality control. Food Qual. Prefer., 13(6): 355-367.
- Ferreira, I.; Olalquiaga, J.; Teixeira, J.; Pacheco, C. 2000. Desempenho de cordeiros Texel x Bergamácia, Texel x Santa Inês e Santa Inês

- Puros, terminados em confinamento, alimentados com casca de café como parte da dieta. *Rev. Bras. Zootec.*, 29(2): 89-100.
- Ferreira, I.; Olalquiaga, J.; Teixeira, J. 2003. Componentes de carcaça e composição de alguns cortes de cordeiros Texel x Bergamácia, Texel x Santa Inês e Santa Inês puros, terminados em confinamento, com casca de café como parte da dieta *Rev. Bras. Zootec.*, 32(6): 178-199.
- Figuera, Y.; Malavé, A.; Méndez-Natera, J.R. 2012. Lípidos, alimentos y sus suplementos en la salud cardiovascular. II. Fuentes vegetales. *Rev. Científ. UDO Agríc.*, 12(1): 1-16.
- Figuera, Y.; Malavé, A.; Cordero, J.; Méndez-Natera, J.R. 2013. Constituyentes químicos de las hierbas y especias: efectos sobre la salud humana. *Rev. Científ. UDO Agríc.*, 13(1): 1-16.
- Flores, A.; Salgado, M. 2014. \$100 millones donó Venezuela a Zelaya. *El Heraldillo/País. Honduras*, 07/04/14. Documento en línea disponible en: <http://www.elheraldillo.hn/alfrente/565426-209/100-millones-dono-venezuela-a-zelaya>
- FORMAS. 2012. Swedish research and innovation strategy for a bio-based economy. Research council for environment, agricultural sciences and spatial planning (FORMAS). Documento en línea disponible en: http://bioeconomy.dk/Sweden_Strategy_Biobased_Economy.pdf
- Franca, A.S.; Oliveira, L.; Ferreira, M.E. 2009. Kinetics and equilibrium studies of methylene blue adsorption by spent coffee grounds. *Desalination*, 249(1): 267-272.
- Fujioka, K.; Shibamoto, T. 2008. Chlorogenic acid and caffeine contents in various commercial brewed coffees. *Food Chem.*, 106(1): 217-221.
- Gallezot, P. 2008. Catalytic Conversion of Biomass: Challenges and Issues. *ChemSusChem.*, 1(8-9): 734-737.
- Garavito, A.; Puerta, G. 1998. Utilización del mucílago de café en la alimentación de cerdos. *CENICAFÉ*, 49(3): 231-256.
- GF2. 2013. Growing Forward 2. Agriculture and Agri-Food Canada. Documento en línea disponible en: <http://www.agr.gc.ca/eng/about-us/key-departmental-initiatives/growing-forward-2/?id=1294780620963>
- Gijzen, H. 2000. Low Cost Wastewater Treatment and Potentials for Re-use – A cleaner production approach to wastewater management. IHE, Delft, The Netherlands. 16 p. Documento en línea disponible

- en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/e/fulltext/gestion/low.pdf>
- Gómez-Juaristi, M.; González-Torres, L.; Bravo, L.; Vaquero, M.P.; Bastida, S. 2011. Efectos beneficiosos del chocolate en la salud cardiovascular. *Nutr. Hosp.*, 26(2): 289-292.
- González, C.; Trigo, E.; Herrera-Estrella, L.; Fariás, A. 2014. Estado actual y potencial de la bioeconomía basada en el conocimiento en relación con la investigación y la innovación en ALC. En: *Hacia una bioeconomía en América Latina y el Caribe en asociación con Europa*. Hodson, E. (Ed). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá – Colombia. pp. 93-115. Documento en línea disponible en: <http://www.bioeconomia.mincyt.gob.ar/wp-content/uploads/2014/12/Hacia-una-bioeconomia-1.pdf>
- González, G. 2015. La crisis presupuestaria y dos modelos de universidad frente a frente. *UCV Noticias, Información universitaria a tu alcance*. Documento en línea disponible en: http://ucvnoticias.ucv.ve/?page_id=44280#ffs-tabbed-3611
- González-Ríos, O.; Suárez-Quiroza, M.L.; Boulanger, R.; Barel, M.; Guyot, B.; Guiraud, J.-P. 2007a. Impact of “ecological” post-harvest processing on coffee aroma: I. Green coffee. *J. Food Compos. Anal.*, 20(3-4): 289-296.
- González-Ríos, O.; Suárez-Quiroza, M.L.; Boulanger, R.; Barel, M.; Guyot, B.; Guiraud, J.-P. 2007b. Impact of “ecological” post-harvest processing on coffee aroma: II. Roasted coffee. *J. Food Compos. Anal.*, 20(3-4): 297-307.
- GORBV. 2002. Ley de expropiación por causa de utilidad pública o social. *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela* N° 37.475. Documento en línea disponible en: <http://www.tusmetros.com/otros/leyes/L025mT1Cap0.html>
- GouvFr. 2014. The New Face of Industry in France. *Le Gouvernement Français*. Documento en línea disponible en: http://www.entreprises.gouv.fr/files/files/directions_services/secteurs-professionnels/industrie/nfi/NFI-anglais.pdf
- GovIr. 2012. Delivering our green potential. *Government of Ireland*. Documento en línea disponible en: <http://www.agriculture.gov.ie/media/migration/ruralenvironment/environment/bioenergyscheme/DeliveringOurGreenPotential171212.pdf>

- GovUK. 2012. UK Bioenergy Strategy. The National Archives, United Kingdom. Documento en línea disponible en: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/48337/5142-bioenergy-strategy-.pdf
- GovUK. 2013. A UK Strategy for Agricultural Technologies. The National Archives, United Kingdom. Documento en línea disponible en: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/227259/9643-BIS-UK_Agri_Tech_Strategy_Accessible.pdf
- GPCEU. 2007. En Route to the Knowledge-Based Bio-Economy. German Presidency of the Council of the European Union: Cologne, Germany. Documento en línea disponible en: http://www.bio-economy.net/reports/files/koln_paper.pdf
- GPgub. 2012. Plan Sectorial. Gabinete Productivo – Gobierno de Uruguay. Documento en línea disponible en: https://gp.gub.uy/sites/default/files/documentos/planes_industriales_-_fase_i_-_nov_2012-parte_1.pdf
- Grembecka, M.; Malinowska, E.; Szefer, P. 2007. Differentiation of market coffee and its infusions in view of their mineral composition. *Sc. Total Environ.*, 383(1): 59-69.
- Guidi, A. 2009. Emigración de recursos humanos calificados y consecuencias económicas y sociales para el desarrollo de América Latina y el Caribe: perspectiva de la OIM Misión Ecuador. Documento en línea disponible en: http://www.sela.org/media/266711/t023600003550-0-emigracion_de_recursos_humanos_calificados_-_consecuencias_economicas_y_sociales.pdf
- Henry, G.; Pahun, J.; Trigo, E. 2014a. La Bioeconomía en América Latina: oportunidades de desarrollo e implicaciones de política e investigación. *Rev. FACES*, año 20 N° 42-4. p.p 125-141.
- Henry, G.; Trigo, E.; Hodson, E. 2014b. Bioeconomías en ALC: diferentes vías, resultados preliminares y buenas prácticas. En: *Hacia una bioeconomía en América Latina y el Caribe en asociación con Europa*. Hodson, E. (Ed). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá – Colombia. pp. 141-149. Documento en línea disponible en: <http://www.bioeconomia.mincyt.gob.ar/wp-content/uploads/2014/12/Hacia-una-bioeconomia-1.pdf>
- Hilgartner, S. 2007. Making the bioeconomy measurable: Politics of an emerging anticipatory machinery. *Biosocieties*, 2(3): 382-386.

- Hinds, A. 2014. Dinero gastado en regalos al extranjero supera deuda de Cadivi con empresas. *El Nacional*, 2/02/14. Documento en línea disponible en: http://www.el-nacional.com/print/armas-cadivi-chavez-divisas-extranjero-negocios_de_Venezuela_y_Rusia-regalos_0_347965389.html
- Hodson, E. 2009. Ecological Aspects of Biosafety. In: *Biosafety of Genetically Modified Organisms: basic concepts, methods and issues*. Chowdhury, M.K.; Hoque, M.I.; Sonnino, A. (Eds.). pp. 51-105.
- Hodson, E.; Chavarriaga, P. 2014. Recursos naturales en América Latina y el Caribe: una perspectiva en bioeconomía. En: *Hacia una bioeconomía en América Latina y el Caribe en asociación con Europa*. Hodson, E. (Ed). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá – Colombia. pp. 47-66. Documento en línea disponible en: <http://www.bioeconomia.mincyt.gob.ar/wp-content/uploads/2014/12/Hacia-una-bioeconomia-1.pdf>
- Hughes, S.; López-Núñez, J.; Jones, M.; Moser, B.; Cox, E.; Lindquist, M. 2014. Sustainable conversion of coffee and other crop wastes to biofuels and bioproducts using coupled biochemical and thermochemical processes in a multi-stage biorefinery concept. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 98(20): 8413-8431.
- ICO. 2016a. Total production by all exporting countries. Historical data on the global coffee trade. International Coffee Organization. Documento en línea disponible en: <http://www.ico.org/historical/1990%20onwards/PDF/1a-total-production.pdf>
- ICO. 2016b. Exportable production by all exporting countries. Historical data on the global coffee trade. International Coffee Organization. Documento en línea disponible en: <http://www.ico.org/historical/1990%20onwards/PDF/1c-exportable-production.pdf>
- IDB. 2012. Sustainability Report 2011.69. Inter-american Development Bank. Documento en línea disponible en: <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/3178/SR2012%20Full%20Sustainability%20Report%20EN.pdf?sequence=1>
- IICA. 2006. El estado del arte de los recursos genéticos en las Américas: conservación, caracterización y utilización. San José, Costa Rica: IICA 61 p.

- _____. 2007. Atlas de la agroenergía y los biocombustibles en las Américas: II Etanol. Programa hemisférico en agroenergía y biocombustibles. San José, Costa Rica: IICA. 181 p.
- _____. 2008. Agrobiotecnología en América Latina y el Caribe: estado actual de su desarrollo y adopción. San José: IICA. 62 p.
- _____. 2013. Experiencias exitosas en bioeconomía. IICA/ALCUE KBBE, Montevideo, Uruguay. Documento en línea disponible en: <http://www.iica.int/sites/default/files/publications/files/2015/b3245e.pdf>
- _____. 2015. Producción de aceite de piñón para plan piloto de generación eléctrica en Galápagos. Documento en línea disponible en: <http://www.iica.int/es/node/211>
- INBIO. 2014. Acerca de INBIO. Documento en línea disponible en: <http://www.inbio.ac.cr/que-es-inbio.html>
- Informe-21. 2012. Expropiaciones en Venezuela. Documento en línea disponible en: <http://informe21.com/expropiaciones-venezuela>
- _____. 2015. Venezuela alcanza cifra récord de muertes violentas en 2015. Documento en línea disponible en: <http://informe21.com/actualidad/venezuela-alcanza-cifra-record-de-muertes-violentas-en-2015>
- _____. 2016. El Niño. Documento en línea disponible en: <http://informe21.com/nino-0>
- Innovussu. 2013. The Bio-economy Strategy. Department of Science and Technology – Republic of South Africa. Documento en línea disponible en: http://www.innovus.co.za/media/Bioeconomy_Strategy.pdf
- INTA. 2015. Qué es el Fenómeno El Niño. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. Documento en línea disponible en: http://climayagua.inta.gob.ar/que_es_el_fenomeno_el_ni%C3%B1o
- IRGC. 2008. Risk Governance Guidelines for Bioenergy Policies. International Risk Governance Council: Geneva, Switzerland. Documento en línea disponible en: https://www.rwth-aachen.de/global/show_document.asp?id=aaaaaaaaajwzyq
- James, C. 2012. “Situación global de los cultivos transgénicos/GM comercializados: 2012”. (Resumen ejecutivo). Ithaca, Nueva York: Cornell University. International Service for the Acquisition of agri-biotech Applications (ISAAA).

- Jordan, N.; Boody, G.; Broussard, W.; Glover, J.D.; Keeney, D.; McCown, B.H.; McIsaac, G.; Muller, M.; Murray, H.; Neal, J. 2007. Sustainable development of the agricultural bio-economy. *Science*, 316(5831): 1570-1571.
- Jutakridsada, P.; Prajaksuk, Ch.; Kuboonya-Aruk, L.; Theerakulpisut, S.; Kamwilaisak, K. 2015. Adsorption characteristics of activated carbon prepared from spent ground coffee. *Clean Techn. Environ. Policy*. pp. 1-7. DOI 10.1007/s10098-015-1083-x Documento en línea disponible en: <https://www.springerprofessional.de/adsorption-characteristics-of-activated-carbon-prepared-from-spe/7002716>
- Kampman, B.; Bergsma, G.; Schepers, B.; Croezen, H.; Fritsche, U.R.; Henneberg, K.; Huenecke, K.; Molenaar, J.W.; Kessler, J.J.; Slingerland, S. 2010. BUBE: Better Use of Biomass for Energy; CE Delft, Öko-Institut: Delft, The Netherlands. Documento en línea disponible en: http://www.cedelft.eu/publicatie/bube%3A_better_use_of_biomass_for_energy%3Cbr%3Ebackground_report_to_the_position_paper_of_iaea_redt_and_iaea_bioenergy/1104?PHPSESSID=8c-061c8380e46fb49dd6f553235e401c
- KEREA. 2008. Strategy for developing the bio-diesel industry in Kenya. Ministry of Energy – Renewable Energy Department. Documento en línea disponible en: <http://kerea.org/wp-content/uploads/2012/12/National-Biodiesel-Strategy-2008-2012.pdf>
- Kroschel, J.; Alcázar, J.; Cañedo, V.; Miethbauer, T.; Zegarra, O.; Córdoba, L.; Gamarra, C. 2011. Producción de papa orgánica en la región andina del Perú: el manejo integrado de plagas lo hace posible. Documento en línea disponible en: https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/57020/CIP_77522_OA.pdf?sequence=1
- Kubota, L. 2011. The FNC's National Coffee Research Center (Cenicafé) was awarded with the Blue Planet Prize 2010-2011. The specialty coffee chronicle. Documento en línea disponible en: <http://www.scaa.org/chronicle/2011/10/17/the-fnc%2%B4s-national-coffee-research-center-cenicafe-was-awarded-with-the-blue-planet-prize-2010-2011>
- Kwok, Ch-S.; Boekholdt, S.; Lentjes, M.; Loke, Y.; Luben, R.; Yeong, J. 2015. Habitual chocolate consumption and risk of cardiovascular disease among healthy men and women. *Heart*, 101(16): 1279-1287.

- Lambrecht, S. 2014. The clean energy sector in Japan: an analysis on investment and industrial cooperation opportunities for EU SMES. Final report. Documento en línea disponible en: <http://www.eu-japan.eu/sites/eu-japan.eu/files/clean-energy-paper-27feb-finale.pdf>
- Landa, R.; Avila, B.; Hernández, M. 2010. Cambio climático y desarrollo sustentable para América Latina y el Caribe. Conocer para Comunicar British Council, PNUD México, Cátedra UNESCO-IMTA, FLASCO México D.F. 143 p. Disponible en: http://repositorio.imta.mx:8080/cenca-repositorio/bitstream/123456789/316/1/IMTA_033.pdf
- Langeveld, J.W.; Sanders, J.P. 2010. General Introduction. In *The Biobased Economy: Biofuels, Materials and Chemicals in the Post-oil Era*; Langeveld, J.W., Sanders, J.P.M., Meeusen, M., Eds.; Earthscan: London, UK. pp. 3-17.
- La Razón. 2015. Venezuela destina \$480 millones para comprar aviones Sukhoi. Noticias, 02/11/15. Documento en línea disponible en: <http://www.larazon.net/2015/11/02/venezuela-destina-480-millones-para-comprar-aviones-sukhoi/>
- Lardé, G.; Velázquez, E.; Rodríguez, N.; Hernández, O.; Jacinto, S.; Ortíz, E.; Zelaya, W. 1997. Situación actual de los desechos líquidos del café en El Salvador. In: *Simposio Latinoamericano de Caficultura*, 18. San José (Costa Rica), Septiembre 16-18. Memorias. ICAFE-IICAPROMECAFE. pp. 425-428. Documento en línea disponible en: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=orton.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=047654>
- Latham, J.; Wilson, A. 2007. Does the bio-economy add up? Documento en línea disponible en: <https://www.independentsciencenews.org/un-sustainable-farming/bio-economy/>
- Latino Post. 2015. Fenómeno De El Niño Causas Y Consecuencias 2015: Reportan Desastres Naturales En Cuatro Países De América Latina; 160 Mil Evacuados Por La Crecida Del Río Paraguay. Documento en línea disponible en: <http://spanish.latinospot.com/articles/58218/20151229/desastres-naturales-america-latina-lluvias-rios-muertos-evacuados-argentina-paraguay-brasil-reprote.htm>
- Leifa, F.; Pandey, A.; Soccol, C.R. 2001. Production of Flammulina velutipes on coffee husk and coffee spent-ground. Brazil. Arch. Biol. Technol., 44(2): 205-212.

- Levidow, L. 2011. Agricultural Innovation: Sustaining What Agriculture? For What European Bio-Economy?. Documento en línea disponible en: http://www.fondazioneDirittigenetici.org/fondazione/new/crepe_final_report.pdf
- Levidow, L.; Birch, K.; Papaioannou, T. 2012a. Divergent paradigms of European agro-food innovation: The knowledge-based bio-economy as an R&D agenda. *Sci. Techn. Hum. Val.*, 38(1): 94-125.
- _____. 2012b. EU agri-innovation policy: Two contending visions of the bio-economy. *Crit. Policy. Stud.*, 6(1): 40-65.
- Lima, D. 2003. *Café e Saúde: Manual de Farmacologia Clínica, Terapeutica e Toxicologia*. Rio de Janeiro: Medsi Editora.
- LOARBV. 2007. Ley Orgánica del Ambiente – República Bolivariana de Venezuela. Gaceta Oficial N° 5833. 52 p. Documento en línea disponible en: <http://www.minamb.gob.ve/files/Ley%20Organica%20del%20Ambiente/Ley-Organica-del-Ambiente-2007.pdf>
- Loray, R. 2015. ¿La bioeconomía como modelo de desarrollo? Recursos naturales y políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación. *Rev. Estado Políticas Públicas*, N° 5. pp. 99-118.
- Lucta. 2015. Sobre Lucta: historia. Documento en línea disponible en: <http://www.lucta.com>
- Luoma, P.; Vanhanen, J.; Tommila, P. 2011. *Distributed Bio-Based Economy: Driving Sustainable Growth*; SITRA: Helsinki, Finland. Documento en línea disponible en: https://www.sitra.fi/julkaisut/muut/Distributed_BioBased_Economy.pdf
- Machado, E.S. 2009. Reaproveitamento de resíduos da indústria do café como matéria-prima para a produção de etanol. msc thesis, Department of Biological Engineering, University of Minho, Braga, Portugal.
- Malavé, A.; Carrero, P.; Lemus, M.; García, M. 2009. Contenido de boro en plantaciones de café (*Coffea arabica*) en dos localidades cafetaleras de Venezuela. *Idesia*, 29(1): 7-12.
- Malavé, A.; Córdova, L.; García, A.; Méndez-Natera, J.R. 2013. Composición bromatológica de la carne de conejos suplementados con mataraton y cachaza de palma aceitera. *Rev. MVZ Córdoba*, 18(2): 3452-3458.

- Marín, A. 2015. Desabastecimiento y escasez en Venezuela: ¿alguna posibilidad de salida a la crisis?. *ucv Noticias, Información Universitaria a tu alcance*. Documento en línea disponible en: http://ucvnoticias.ucv.ve/?page_id=45383
- Martí. 2015. Inmigrante cubano habla durante peligrosa travesía por México. *TV Martí, Miami USA*. Documento en línea disponible en: <http://www.martinoticias.com/media/video/cuba-mexico-denuncia-testimonio-travesia-arresto-huelga-de-hambre-exclusiva/86888.html>
- Martínez, J. Nicolás Maduro: de chofer a presidente. *Diario La Verdad*, 15/04/13. Documento en línea disponible en: <http://www.laverdad.com/politica/25309-nicolas-maduro-de-chofer-a-presidente.html>
- Mathews, J.A. 2009. From the petroeconomy to the bioeconomy: Integrating bioenergy production with agricultural demands. *Biofuel. Bioprod. Bior.*, 3(6): 613-632.
- McCormick, K.; Kautto, N. 2013. The bioeconomy in europe: an overview. *Sustainability*, 5(6): 2589-2608.
- McMahon, M.; Valdés, A. 2011. Análisis del extensionismo agrícola en México. París: Sagarpa/IICA/ OCDE. 73. Documento en línea disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/EXTENSIONISMO/ESTUDIO%20OCDE%20EXTENSIONISMO.pdf>
- MinCyT. 2012. Argentina Innovadora 2020: Plan Nacional de ciencia Tecnología e Innovación. Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación Productiva – Argentina. Documento en línea disponible en: <http://www.mincyt.gob.ar/adjuntos/archivos/000/022/0000022576.pdf>
- MissionBlue. 2016. Mesoamerican Reef. Internet Archive. Mission Blue. Documento en línea disponible en: <http://web.archive.org/web/20100412001329/http://www.mission-blue.org/node/11170>
- Mohammadian, M. 2005. La Bioeconomía: un nuevo paradigma socioeconómico para el siglo XXI. *Encuentros Multidisciplinares*, 7(19): 1-12. Documento en línea disponible en: <http://www.encuentros-multidisciplinares.org/Revistan%BA19/Mansour%20Mohammadian.pdf>
- Moreau, Y.; Arredondo, J.; Perraud, I.; Roussos, S. 2003. Utilización dietética de la proteína y de la energía de la pulpa de café fresca y ensilada por la tilapias del Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Braz. Arco. Biol. Technol.*, 46(2): 35-347.

- MPetroMin. 2016. Precios del petróleo. Ministerio del Poder Popular de Petróleo y Minería, Venezuela. Documento en línea disponible en: <http://www.mpetromin.gob.ve/portalmenpet/secciones.php?option=view&idS=45>
- Murthy, P.S.; Naidu, M.M. 2012. Production and application of xylanase from *Penicillium* sp. utilizing coffee by-products. *Food Bioprocess Technol.*, 5(2): 657-664.
- Mussatto, S.; Machado, E.; Martins, S.; Teixeira, J. 2011. Production, composition, and application of coffee and its industrial residues. *Food, Bioprocess Technol.*, 4(5): 661-672.
- MyCoffeePro, 2014. Coffee processing. Documento en línea (Fecha de consulta: 11/09/14). Disponible en: <http://www.mycoffeeopro.com/coffee-class/processing.html>
- Nabais, J.; Nunes, P.; Carrott, P.; Carrott, M.; García, A.; Díez, M. 2008. Production of activated carbons from coffee endocarp by CO₂ and steam activation. *Fuel Process. Technol.*, 89(3): 262-268.
- Natura. 2014. Natura Cosméticos Brasil. Documento en línea disponible en: <http://www.natura.com>
- NBC News. 2014. Venezuela ranks world's second in homicides: Report. *News/Latino*, dec 29 2014. Documento en línea disponible en: <http://www.nbcnews.com/news/latino/venezuela-ranks-worlds-second-homicides-report-n276371>
- Nieves, D.; Terán, O.; Vivas, M.; Arciniegas, G.; González, C. 2009. Comportamiento productivo de conejos alimentados con dietas basadas en follajes tropicales. *Rev. Científ. FCV-LUZ*, 21(2): 173-180.
- Noriega, A.; Silva-Acuña, R.; García, M. 2009. Composición química de la pulpa de café a diferentes tiempos de ensilaje para su uso potencial en la alimentación animal. *Zootec. Trop.*, 27(2): 135-141.
- Noriega, A.; Silva-Acuña, R.; García, M. 2008. Utilización de la pulpa de café en la alimentación animal. *Zootec. Trop.*, 26(4): 411-419.
- Noticias. 2011. Construcción: casas hechas con residuos de café. Documento en línea disponible en: <http://noticias.arq.com.mx/ Detalles/12123.html#.VsZXSUCUV1v>
- Noticias. 2016. Artículos del Tema: Decreto de Emergencia Económica. Documento en línea disponible en: <http://www.maduradas.com/tag/decreto-de-emergencia-economica/>

- NotiActual. 2016a. El video de la magistral clase de economía dictada por José Guerra en la AN. Documento en línea disponible en: <http://www.notiactual.com/el-video-de-la-magistral-clase-de-economia-dictada-por-jose-guerra-en-la-an/>
- NotiActual. 2016b. Héctor Rodríguez: “No hicimos una economía productiva porque teníamos un pueblo analfabeta”. Documento en línea disponible en: <http://www.notiactual.com/hector-rodriguez-pueblo-analfabeta/>
- Noticiasvzla. 2015. ¡INÉDITO! ¿Quién es en realidad Nicolás Maduro? Noticias Venezuela, Nacionales/Opinión. Documento en línea disponible en: <http://noticiasvzla.com/inedito-quien-es-en-realidad-nicolas-maduro-fotospruebas/>
- NREL. 2013. National Renewable Energy Laboratory (NREL) and Colombian oil firm unlocking agricultural waste feedstocks (August 7, 2013). Documento en línea disponible en: <http://www.nrel.gov/news/press/2013/2272.html>
- O’Callaghan, K. 2016. Technologies for the utilisation of biogenic waste in the bioeconomy. *Food Chem.*, 198(1): 2-11.
- OECD. 2006. The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda, Scoping Document; Organization for Economic Cooperation and Development: Paris, France. p. 3.
- OECD. 2009. The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda, Main Findings; Organization for Economic Cooperation and Development: Paris, France. Documento en línea disponible en: <http://www.oecd.org/futures/long-termtechnologicalsocietalchallenges/42837897.pdf>
- OEI. 2015. Impulsan cooperación de biotecnología en América Latina y el Caribe. Divulgación y cultura científica iberoamericana, Organización de Estados Iberoamericanos. Documento en línea disponible en: http://www.oei.es/divulgacioncientifica/noticias_772.htm
- Oliveros, L. 2016. La Trampa del Decreto de Emergencia Económica. Documento en línea disponible en: <http://runrun.es/la-economia/243825/la-trampa-del-decreto-de-emergencia-economica-por-luis-oliveros.html>
- Oliveros-Tascón, C.; Sanz-Urbe, J.; Montoya-Restrepo, E.; Ramírez-Gómez, C. 2011a. Equipo para el lavado ecológico del café con mucilago degradado con fermentación natural. *Rev. Ing.* (Colombia),

- N° 33: 61-67. Documento en línea disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n33/n33a8.pdf>
- Oliveros-Tascón, C.; Sanz-Uribe, J. 2011b. ingeniería y café en Colombia. Rev. Ing. (Colombia), N° 33: 99-114. Documento en línea disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/ring/n33/n33a11.pdf>
- Oliveros-Tascón, C.; Sanz-Uribe, J.; Ramírez-Gómez, C.; Tibaduiza, C. 2013. Ecomill tecnología de bajo impacto para el lavado del café. Avances Técnicos N° 432, Cenicafé. 8 p. Documento en línea disponible en: <http://www.cenicafe.org/es/publications/avt0432.pdf>
- OMC. 2010. Informe sobre el comercio mundial 2010: El comercio de recursos naturales. Organización Mundial del Comercio. Documento en línea disponible en: https://www.wto.org/spanish/res_s/booksp_s/anrep_s/world_trade_report10_s.pdf
- ONU. 2006. Organización de Naciones Unidas. 2° Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo. 568 p. Documento en línea disponible en: http://webworld.unesco.org/water/wwap/wwdr/wwdr2/table_contents_es.shtml
- Oppenheimer, A. 2013. La difícil lección de las pruebas PISA. La Nación/ Opinión, 24-12-13. Documento en línea disponible en: <http://www.lanacion.com.ar/1650470-la-dificil-leccion-de-las-pruebas-pisaclaves-americanas>
- Orozco, C.; Barrientos, H.; Lopezlena, A.; Cruz, J.; Selvas, C.; Osorio, E. 2005. Evaluación de una planta piloto de tratamiento de aguas residuales del procesamiento del café: características químicas. Hig. Sanid. Ambient., 5(1): 123-131. Documento en línea disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd27/higsand1.pdf>
- Ortega, N. 2010. Extrusión de perfiles de madera con PVC y cisco de café. Tecnología del plástico. Documento en línea disponible en: <http://www.plastico.com/temas/Extrusion-de-perfiles-de-madera-con-PVC-y-cisco-de-cafe+3077755>
- Otu-Danquah, K.A. 2014. National Bioenergy Strategy in Ghana. Global Bioenergy Partnership. Documento en línea disponible en: http://www.globalbioenergy.org/fileadmin/user_upload/gbep/docs/2014_events/2nd_Bioenergy_Week_5-9May2014_Maputo/6_-_OTU_DANQUAH.pdf

- Parry, B. 2007. Cornering the futures market in “bio-epistemology”. *Biosocieties*, 2(3): 386-389.
- Pavone, V. 2012. Ciencia, neoliberalismo y bioeconomía. *Rev. CTS*, 7(20): 145-161.
- Peñuela, A. 2010. Estudio de la remoción de mucilago de café a través de fermentación natural. Tesis de Maestría – Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Universidad de Manizales, Colombia. 84 p. Documento en línea disponible en: http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/1072/1/Pe%C3%B1uela_Martinez_Aida_Esther_2010.pdf
- Pérez, C. 2010. Dinamismo tecnológico e inclusión social en América Latina: una estrategia de desarrollo productivo basada en los recursos naturales. *Rev. Cepal* N° 100. pp. 123-145. Documento en línea disponible en: <http://www.carlotaperez.org/downloads/pubs/RVE100Perez.pdf>
- Pérez, C.; Marín, A.; Navas-Alemán, L. 2013. El posible rol dinámico de las redes basadas en recursos naturales para las estrategias de desarrollo en América Latina. En Dutrénit, G. y Sutz, J. *Sistemas de innovación para un desarrollo inclusivo. La experiencia latinoamericana*. México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico – LALICS. pp. 347-377. Documento en línea disponible en: http://www.foroconsultivo.org.mx/libros_editados/sistema_de_innovacion.pdf
- Pérez, M. 2013. Ecología: ¿qué es la bioecología o economía ecológica?. Documento en línea disponible en: <http://www.fundacionmelior.org/content/tema/que-es-la-bioeconomia-o-economia-ecologica>
- Piñeiro, M; Bianchi, E. 2012. América Latina y las exportaciones de recursos naturales agrícolas. *Rev. Integración y Comercio*, 35(16): 37-46. Documento en línea disponible en: <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=37314153>
- Pisón, A.; Bentancur, M. 2014. Experiencias exitosas en bioeconomía en América Latina y el Caribe. En: *Hacia una bioeconomía en América Latina y el Caribe en asociación con Europa*. Hodson, E. (Ed). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá – Colombia. pp. 119-139. Documento en línea disponible en: <http://www.bioeconomia.mincyt.gob.ar/wp-content/uploads/2014/12/Hacia-una-bioeconomia-1.pdf>

- Política. 2011. ¿Cuántas y cuáles armas a comprado el estado? Diario Últimas Noticias, 5/10/16. Documento en línea disponible en: <http://www.ultimasnoticias.com.ve/noticias/actualidad/politica/-cuantas-y-cuales-armas-ha-comprado-el-estado-.aspx>
- Pollack, A. 2012. White House Promotes a Bioeconomy; New York Times, 26 April 2012. Documento en línea disponible en: http://www.nytimes.com/2012/04/26/business/energy-environment/white-house-promotes-a-bioeconomy.html?_r=0
- Porres, C.; Calzada, J.; rolz, C. 1987. Combustión de la pulpa de café. En: Simposio Internacional sobre la utilización integral de los subproductos del café, 3. Guatemala, ICAITI-ANACAFE-PNUMA. pp. 16-19.
- Prahas, D.; Kartika, Y.; Indraswati, N.; Ismadji, S. 2008. Activated carbon from jackfruit peel waste by H3PO4 chemical activation: pore structure and surface chemistry characterization. Chem. Eng. J., 140(1-3): 32-42.
- Prensa Latina. 2013. Hugo Chávez: biografía del jefe de estado (1954-2013). Noticia al Día, Nacionales. Documento en línea disponible en: <http://noticiaaldia.com/2013/03/hugo-chavez-biografia-del-jefe-de-estado-1954-2013/>
- Presidencia. 2014. Econ. Rafael Correa Delgado: Hoja de vida. Documento en línea disponible en: <http://www.presidencia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/12/hoja-de-vida-Presidente-Rafael-Correa-Rev-abril-2014.pdf>
- Prometeo. 2015. Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (Senescyt). Gobierno de Ecuador. Documento en línea disponible en: <http://prometeo.educacionsuperior.gob.ec/>
- PROCISUR. 2015. Catálogo de residuos lignocelulósico es resultado del proyecto babetanol. Documento en línea disponible en: http://procisur.org.uy/index.php?option=com_content&view=article&id=865:catalogo-de-residuos-lignocelulosicos-es-resultado-del-proyecto-babethanol&catid=107&Itemid=286
- Puerta, G. 2006. Buenas prácticas agrícolas para el café. Avances Técnicos 349. CENICAFÉ, Colombia. 12 p. Documento en línea disponible en: <http://www.cenicafe.org/es/publications/avt0349.pdf>

- Pujol, D.; Liu, C.; Gominho, J.; Olivella, M.À.; Fiol, N.; Villaescusa, I.; Pereira, H. 2013. The chemical composition of exhausted coffee waste. *Ind. Crops Prod.*, 50: 423-429.
- Quezada, F.; Roca, W.; Szauer, M.T.; Gómez, J.J.; López, R. 2009. Biotecnología para el uso sostenible de la biodiversidad. Capacidades locales y mercados potenciales. Caracas, Venezuela: CAF. 114 p.
- Rawel, H.; Kulling, S. 2007. Nutritional contribution of coffee, cacao and tea phenolics to human health. *J. Consumer Protect. Food Safety*, 2(4): 399-406.
- RFA. 2008. The Gallagher Review of the Indirect Effects of Biofuels Production; Renewable Fuels Agency: East Sussex, UK. Documento en línea disponible en: https://www.unido.org/fileadmin/user_media/UNIDO_Header_Site/Subsites/Green_Industry_Asia_Conference__Maanila_/GC13/Gallagher_Report.pdf
- Richardson, B. 2012. From a fossil-fuel to a biobased economy: The politics of industrial biotechnology. *Environ. Plan. C*, 30(2): 282-296.
- RICYT. 2013. El estado de la ciencia: principales indicadores de ciencia y tecnología Iberoamericanos/ Interamericanos. Documento en línea disponible en: http://www.rieyt.org/files/Estado%20de%20la%20Ciencia%202013/1_1_El_Estado_en_imagenes%281%29.pdf
- Rivas, J. 2015a. Noticia al día. Documento en línea disponible en: <http://noticiaaldia.com/2015/11/papa-francisco-el-cambio-climatico-pone-al-mundo-al-borde-del-suicidio/>
- Rivas, A. 2015b. América Latina después de PISA: Lecciones aprendidas de la educación en siete países (2000-2015). Buenos Aires-CIPPEC-Instituto Natura. p. 135. Documento en línea disponible en: http://cippec.org/mapeal/wp-content/uploads/2015/05/Rivas_A_2015_America_Latina_despues_de_PISA.pdf#page=14&zoom=auto,-193,500
- Roa, G.; Oliveros, C.E.; Álvarez, J.; Ramírez, C.A.; Sanz, J.R.; Dávila, M.T.; Álvarez, J.R.; Zambrano, D.A.; Puerta, G.I.; Rodríguez, N. 1999. Beneficio Ecológico del café. Chinchiná (Colombia), CENICAFÉ. 300 p.
- Roca, W. 2004. Estudio de las capacidades biotecnológicas e institucionales para el aprovechamiento de la biodiversidad en los países de la Comunidad Andina.CIP. Lima, Perú. 270 p.

- Roca, W.; Espinoza, C.; Panta, A. 2004. Agricultural applications of biotechnology and the potential for biodiversity valorization in Latin America and the Caribbean. *AgBioForum*, 7(1-2): 13-22.
- Rodríguez, N. 1999. Avances del Experimento QIN-08-02. Obtención de pectinas a partir de la pulpa y el mucílago del café. In: Informe anual de actividades 1998-1999. Chinchiná, Colombia. CENICAFÉ, Disciplina de Química Industrial. 90 p.
- Rodríguez, N. 2003. Ensilaje de pulpa de café. Chinchiná, Colombia. CENICAFÉ, Avances Técnicos N° 313. 8 p.
- Rodríguez, N. 2007a. Balance energético en la producción de etanol a partir de la pulpa y el mucílago de café y poder calorífico de los subproductos del proceso del cultivo de café. Chinchiná, Colombia, CENICAFÉ. Disciplina de Calidad y Manejo Ambiental. 7 p.
- Rodríguez, N. 2007b. Avances del Experimento QIN-08-06. Producción de alcohol carburante a partir de la pulpa y el mucílago del café. In: Informe anual de actividades 2006-2007. Chinchiná, Colombia. CENICAFÉ, Disciplina de Calidad y Manejo Ambiental. 78 p.
- Rodríguez, N. 2009. Estudio de un biosistema integrado para el post-tratamiento de las aguas residuales del café utilizando macrófitas acuáticas. Tesis Doctoral, Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente, Universidad Politécnica de Valencia, España. 508 p. Documento en línea disponible en: <http://riunet.upv.es/handle/10251/4342>
- Rodríguez, N.; Zuluaga, V. 1994. Cultivo de *Pleurotus pulmonarius* en pulpa de café. *CENICAFÉ* 45(3): 81-92.
- Rodríguez, N.; Jaramillo, L. 2005. Cultivo de hongos comestibles del género *Pleurotus* en residuos agrícolas de la zona cafetera. Chinchiná, Colombia. CENICAFÉ, Boletín Técnico N° 27. 56 p.
- Rodríguez, N.; Zambrano, D. 2010. Los subproductos del café: fuente de energía renovable. Cenicafé, Chinchiná, Caldas, Colombia. 8 p. Documento en línea disponible en: <http://www.cenicafe.org/es/publications/avt0393.pdf>
- Rodríguez, R.A.; Accarini, J.H. 2004. Brazil's National Biodiesel Program (PNPB). Brazil's Biodiesel Program. Documento en línea disponible en: <http://dc.itamaraty.gov.br/imagens-e-textos/Biocombustiveis-09ing-programabrasileirobiodiesel.pdf>

- Rosenthal, E. 2007. Scientists take a second look at biofuels. New York Times, 31 January. Documento en línea disponible en: <http://www.nytimes.com/2007/01/30/business/worldbusiness/30iht-biofuel.4411627.html?pagewanted=all&r=0>
- Ruane, J.; Sonnino, A.; Agostini, A. 2010. Bioenergy and the potential contribution of agricultural biotechnologies in developing countries. *J. Biomass Bioener.*, 34(10): 1427-1439.
- Saad, A. 2014. América Latina y el Caribe: Riqueza Viva. Innovación, creatividad y futuro sostenible. Documental del BID y National Geographic. Documento en Línea disponible en: <https://antoniosaad.wordpress.com/2014/05/23/america-latina-y-el-caribe-riqueza-viva/>
- Sábato, J.; Botana, N. 1970. La ciencia y la tecnología en el desarrollo de América Latina; en *Tiempo Latinoamericano*. Editorial Universitaria, Santiago de Chile.
- SAGARPA. 2009. Estrategia Intersecretarial de los Bioenergéticos. Estados Unidos Mexicanos. Documento en línea disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Documents/Estrategia-bioenergeticos.pdf>
- Salvador, F. 2016. Ecuador, el país que más ha crecido en inversión en educación superior. *El Ciudadano*, Noticias, 22 de enero de 2016. Documento en línea disponible en: <http://www.elciudadano.gob.ec/ecuador-el-pais-que-mas-ha-crecido-en-inversion-en-educacion-superior/>
- Sampaio, A.R.M. 2010. Desenvolvimento de tecnologias para produção de etanol a partir do hidrolisado da borra de café. MSc thesis, Department of Biological Engineering, University of Minho, Braga, Portugal.
- Sánchez, M. 2003. Energías Renovables: Conceptos y Aplicaciones. WWF. Fundación Natura. Quito. Ecuador. 153 p.
- Santos, E.J.; Oliveira, E. 2001. Determination of mineral nutrients and toxic elements in Brazilian soluble coffee by ICP-AES. *J. Food Compos. Anal.*, 14(5): 523-531.
- Sasse, L. 1984. La planta biogás. Bosquejo y detalle de plantas sencillas. Deutsches Zentrum fur Entwicklungstechnologien – GATE. Deutsches Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn. 86 p.

- SCDB. 2010. Global Biodiversity Outlook 3. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Montreal – Canada. 94 p. Documento en línea disponible en: <https://www.cbd.int/doc/publications/gbo/gbo3-final-en.pdf>
- Schuler, I., Hodson, E.; Orozco, L. 2011. The Potential of Biodiversity in the Andean Region: Use, Conservation and Regulations. In: Grillo O. y G. Venora (Eds). Biological Diversity and Sustainable Resources Use. In Tech. www.intechopen.com
- SICTA. 2012. Agro Innovación al día en Centro América. Red SICTA. Documento en línea disponible en: <http://www.observatorioredsicta.info/boletines/boletin128.html>
- Smolker, R. 2008. The new bioeconomy and the future of agriculture. *Development*, 51(4): 519-526.
- Solomon, B.D. 2010. Biofuels and sustainability. *Ann. NY Acad. Sci.*, 1185(1): 119-134.
- Sosa, G. 2015. Ecuador lidera la inversión en educación superior. *El Ciudadano*, Noticias, 21 de mayo de 2016. Documento en línea disponible en: <http://www.elciudadano.gob.ec/ecuador-lidera-la-inversion-en-educacion-superior/>
- Soto, F. 2008. “Regalos” de Chávez superan los 33 millardos de dólares. *Economía/Infografía*, octubre-2008. Documento en línea disponible en: <http://tellado.es/wp-content/uploads/2012/10/infografia-regalos-hugo-chavez-venezuela.pdf>
- Sperkowska, B.; Bazylak, G. 2010. Evaluation of oxalate content in brews of black teas and coffees available in Poland (in Polish, with English abstract). *Nauka Przyr. Technol.*, 4/3-#42. Documento en línea disponible en: http://www.npt.up-poznan.net/pub/art_4_42.pdf
- Sputnik. 2015. Venezuela to Spend \$480Mln on Russian Sukhoi Jet Upgrade. *Military & Intelligence*, 30/10/15. Documento en línea disponible en: <http://sputniknews.com/military/20151030/1029317919/sukhoi-upgrade-venezuela.html>
- Sumarium. 2016a. Decreto de Emergencia Económica: Maduro pide a la AN ayuda para “timonear la tormenta”. Redacción Sumarium. Documento en línea disponible en: <http://sumarium.com/tag/decreto-de-emergencia-economica/#noticia1>
- _____. 2016b. Decreto de emergencia es una “trampa cazabobos”, dice Andrés Velásquez. Redacción Sumarium. Documento en línea

- disponible en: <http://sumarium.com/decreto-de-emergencia-es-una-trampa-cazabobos-dice-andres-velasquez/>
- Tapsell, L. 2008. Functional foods: An Australian perspective. *Nutr. Diet.*, 65(3): S23-S26.
- Taunay, A.E. 1939. História do café no Brasil. No Brasil Imperial 1822-1872, tomo I, v. 5. Departamento Nacional do Café, Rio de Janeiro, Brasil.
- Teagasc. 2008. Towards 2030: Teagasc's role in transforming Ireland's agri-food sector and the wider bioeconomy. Documento en línea disponible en: <http://www.teagasc.ie/publications/2008/285/ForesightReportVol1.pdf>
- Tedoldi, N.; Loray, R. 2014. Los biocombustibles y el MERCOSUR: políticas en ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo sustentable. Ponencia presentada en las III Jornadas de Extensión del MERCOSUR 10 y 11 de abril de 2014. Tandil, Argentina. Documento en línea disponible en: http://extension.unicen.edu.ar/jem/ponencias/LIBRO_III_JEM_ISBN.pdf
- The Economist. 2016. Venezuela's crisis: Heading for a crash. Documento en línea disponible en: <http://www.economist.com/news/americas/21688865-president-and-opposition-are-talking-each-other-does-not-mean-they-will-fix?fsrc=scn/tw/te/pe/ed/headingforacrash>
- Therborn, G. 2013. *The Killing Fields of Inequality*. Cambridge: Polity Press. 180 p.
- TI. 2014. Corruption Perception Index 2014: results. Transparency International (TI). Documento en línea disponible en: <https://www.transparency.org/cpi2014/results>
- __. 2015. Corruption Perception Index 2015. Transparency International (TI). Documento en línea disponible en: <http://www.transparency.org/cpi2015/>
- Toledo, A.; Burlingame, B. 2006. Biodiversity and nutrition: A common path toward global food security and sustainable development. *J. Food Comp. Anal.*, 19(6-7): 477-483.
- Trigo, E.; Cap, E.; Villarreal, F.; Malach, V.. 2009. The Case of Zero-Tillage Technology in Argentina. Washington, D.C.: Ifpri Discussion Paper 00915. Documento en línea disponible en: <https://core.ac.uk/download/files/153/6257700.pdf>

- Trigo, E.; Falck-Zepeda, J.; Falconi, C. 2010. Biotecnología agropecuaria para el desarrollo en América Latina: oportunidades y retos. Documento de Trabajo ALC/01/10, Programa de Cooperación, FAO/BID, Servicio para ALC, División del Centro de Inversiones. Documento en línea disponible en: <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=35555865>
- Trigo, E.; Henry, G. 2011. Una bioeconomía para América Latina y el Caribe: oportunidades y retos desde una perspectiva de políticas. ALCUE KBBE, Nota de Política sobre Bioeconomía No. 2011-01. Documento en línea disponible en: https://agritrop.cirad.fr/567664/1/document_567664.pdf
- Trigo, E.; Mateo, N.; Falconi, C. 2013. Innovación agropecuaria en América Latina y el Caribe: escenarios y mecanismos institucionales. BID, Nota Técnica # IDB-TN-528. 90 p. Documento en línea disponible en: <http://www10.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2013/11678.pdf>
- Trigo, E.; Henry, G.; Sanders, J.; Schurr, U.; Ingelbrecht, I.; Revel, C.; Santana, C.; Rocha, P. 2014. Hacia un desarrollo de la bioeconomía en América Latina y el Caribe. En: Hacia una bioeconomía en América Latina y el Caribe en asociación con Europa. Hodson, E. (Ed). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá – Colombia. pp. 17-46. Documento en línea disponible en: <http://www.bioeconomia.mincyt.gov.ar/wp-content/uploads/2014/12/Hacia-una-bioeconomia-1.pdf>
- Trigo, L. 2003. Coffee. In B. Caballero, L. Trugo, & P. Finglas (Eds.), *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (2nd ed.). London: Academic.
- UNDP. 2010. Latin America and the Caribbean: A biodiversity Super Power. United Nations Development Programme (UNDP). A Policy Brief. 18. Documento en línea disponible en: <http://www.undp.org/content/undp/en/home/presscenter/pressreleases/2010/12/02/amrica-latina-y-el-caribe-superpotencias-de-biodiversidad.html>
- UNDP. 2010a. Beyond the Talk: Engaging Stakeholders in Bioenergy Development. United Nations Environment Programme: Paris, France. Issue Paper No 4. Documento en línea disponible en: <http://www.unep.org/bioenergy/Portals/48107/doc/issues/issuespaper/Issue%20Paper%204.pdf>

- UNDP. 2010b. The Latin America and the Caribbean Atlas of our Changing Environment. United Nations Environment Programme. Documento en línea disponible en: http://www.cathalac.int/lac_atlas/
- Unesco. 2010. Sistemas Nacionales de ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe. Oficina Regional de Ciencia para América Latina y el Caribe. Estudios y documentos de política científica en ALC. Vol. 1. Documento en línea disponible en: <http://www.unesco.org.uy/ciencias-naturales/fileadmin/ciencias%20naturales/Políticas%20Científicas/EYDPCALC-Vol-1.pdf>
- Unión Radio. 2015. Aprobaron 480 millones de dólares para mantenimiento de aviones sukhoi. País, 29/10/15. Documento en línea disponible en: <http://unionradio.net/aprobaron-480-millones-de-dolares-para-mantenimiento-de-aviones-sukhoi/>
- Univisión. 2015. Lo peor del fenómeno El Niño aún está por llegar a EEUU, según la NASA. Univisión-Noticias planeta medio ambiente, 30/12/15. Documento en línea disponible en: <http://www.univision.com/noticias/el-nino/lo-peor-del-fenomeno-el-nino-aun-esta-por-llegar-a-eeuu-segun-la-nasa>
- USAID, 2003. Guía de prevención de la contaminación para el beneficiado de café en El Salvador. Documento en línea disponible en: http://cdam.minam.gob.pe/multimedia/contaminacion_industrial/PDF%20files/Original_CD_PDF/alimento/a0001.pdf
- USDA. 2014. Farm Bill. United States Department of Agriculture. Documento en línea disponible en: <http://www.usda.gov/documents/usda-2014-farm-bill-highlights.pdf>
- Valente, J.M.; Nunes, P.; Carrott, P.J.; Riveiro, M.M.; Macías, A.; Díaz-Díez, M.A. 2008. Production of activated carbons from coffee endocarp by CO₂ and steam activation. Fuel Process. Technol., 89(3): 262-268.
- Venciclopedia. 2015. Marcos Pérez Jiménez. Documento en línea disponible en: http://venciclopedia.com/?title=Marcos_P%C3%A9rez_Jim%C3%A9nez
- Venezuela Real. 2006. Regalos de Chávez al exterior. Vzla en números, 20/10/2006. Documento en línea disponible en: <http://lahemerotecaluisrrondon.over-blog.com/article-chavez-destruccion-de-la-patria-ano-2006-124131479.html>
- Vinogradoff, L. 2016. El parlamento venezolano reitera su intención de controlar los gastos de Maduro. ABC Internacional, España.

- Documento en línea disponible en: http://www.abc.es/internacional/abci-parlamento-venezolano-reitera-intencion-controlar-gastos-maduro-201601232111_noticia.html
- Virchow, D.; Beuchelt, T.; Denich, M.; Loos, T.; Hoppe, M.; Kuhn, A. 2014. The value web approach – so that the South can also benefit from the bioeconomy. In *Bioeconomy – a future for farmers in the south?* Rural 21, Inter. J. Rural Develop., 48 N° 3. Documento en línea disponible en: http://www.rural21.com/uploads/media/rural2014_03-S16-18.pdf
- Virmond, E.; Rocha, J.; Moreira, R.F.; José, H. 2013. Valorization of agroindustrial solid residues and residues from biofuel production chains by thermochemical conversion: a review, citing Brazil as a case study. *Brazil. J. Chem. Engineer.*, 30(2): 197-229.
- Wang, D.; Sakoda, A.; Suzuki, M. 2001. Biological efficiency and nutritional value of *Pleurotus ostreatus* cultivated on spent beer grain. *Biores. Technol.*, 78(3): 293-300.
- Wang, N.; Fu, Y.; Lim, L.-T. 2011. Feasibility study on chemometric discrimination of roasted Arabica coffees by solvent extraction and Fourier Transform Infrared Spectroscopy. *J. Agric. Food Chem.*, 59(7): 3220-3226.
- WBGU. 2009. *World in Transition: Future Bioenergy and Sustainable Land Use*. German Advisory Council on Global Change. Earthscan: London, UK. Documento en línea disponible en: <https://www.cbd.int/doc/biofuel/wbgu-bioenergy-SDM-en-20090603.pdf>
- Welna, M.; Szymczycha-Madeja, A.; Zyrnicki, W. 2013. Applicability of ICP-OES, UV-VIS, and FT-IR methods for the analysis of coffee products. *Anal. Letters*, 46(18): 2927-2940.
- White House, 2012. *National bioeconomy blueprint*. Washington D.C. USA. Documento en línea disponible en: https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/national_bioeconomy_blueprint_april_2012.pdf
- WHO. 2016. WHO Director-General summarizes the outcome of the Emergency Committee regarding clusters of microcephaly and Guillain-Barré syndrome. World Health Organization. Documento en línea disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/news/statements/2016/emergency-committee-zika-microcephaly/en/>

- Wikipedia. 2015. América Latina. Documento en línea disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Am%C3%A9rica_Latina
- World Bank. 2011. Chile's Agricultural Innovation System: An Action Plan Towards 2030. Documento en línea disponible en: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/2779/646380ESWOP1180ion0Plan020300FinalB.pdf?sequence=1>
- _____. 2012. Data topics. Documento en línea disponible en: <http://data.worldbank.org/topic>
- _____. 2013. Data: Patent applications, residents. Documento en línea disponible en: <http://data.worldbank.org/indicator/IP.PAT.RESD>
- _____. 2016a. Climate change: CO2 emission (metric tons per capita). Documento en línea disponible en: http://data.worldbank.org/topic/climate-change#tp_wdi
- _____. 2016b. Data: CO2 emission (metric tons per capita). Documento en línea disponible en: <http://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.PC>
- WWF. 2012. Position Paper on Bioenergy. World Wide Fund for Nature. Documento en línea disponible en: http://awsassets.panda.org/downloads/final_bioenergy_policy_external_april_2012.pdf
- WWF. 2016. Mesoamerican Reef. World Wide Fund for Nature. Documento en línea disponible en: <http://www.worldwildlife.org/places/mesoamerican-reef>
- Ybarra, J. 2015. El ministro de la defensa, Vladimir Padrino López, ratificó la decisión compra de 12 aviones rusos sukhoi 30. Venezuela Defensa. Documento en línea disponible en: <http://www.venezueladefensa.com/2015/10/el-ministro-de-la-defensa-vladimir.html>
- You, C.; Chen, H.; Myung, S.; Sathitsuksanoh, N.; Ma, H.; Zhang, X. Z. 2013. Enzymatic transformation of nonfood biomass to starch. *Proc. Natl. Acad. Sci. (PNAS) USA*, 110(18): 7182-7187.
- Zambrano, D. 1994. Estudios de planta piloto para el tratamiento anaeróbico de las aguas residuales del proceso de beneficio húmedo del café. Chinchiná, Colombia. CENICAFÉ, Proyecto QIN-02-00. 31 p.
- Zambrano, D.; Zuluaga, J. 1993. Balance de materia en un proceso de beneficio húmedo del café. *CENICAFÉ*, 44(2): 45-55.
- Zambrano, D.; Isaza, J.; Rodríguez, N.; López, U. 2006. Tratamiento anaeróbico de las aguas mieles del café. Chinchiná, Colombia. *CENICAFÉ, Boletín Técnico N° 29*. 28 p.

- Zika, E.; Papatryfon, I.; Wolf, O.; Gómez-Barbero, M.; Stein, A.J.; Block, A.K. 2007. Consequences, Opportunities and Challenges of Modern Biotechnology for Europe. European Commission, Joint Research Centre: Luxembourg, Belgium. Documento en línea disponible en: <http://ftp.jrc.es/EURdoc/JRC44144.pdf>
- Zomer, E.; Owen, A.; Magliano, D.; Liew, D.; Reid, C. 2012. The effectiveness and cost effectiveness of dark chocolate consumption as prevention therapy in people at high risk of cardiovascular disease: best case scenario analysis using a Markov model. *BMJ.*, 344:e3657. <http://www.bmj.com/content/bmj/344/bmj.e3657.full.pdf>

Biografía

Auristela Malavé. Ph.D

Venezolana, Doctorado en Química Analítica en la Universidad de Oriente, Investigador Nivel IV, actualmente Docente/Investigador del Departamento de Ciencias y Programa de Postgrado en Agricultura Tropical de la Universidad de Oriente.

Favián Maza Valle. Mg. Sc.

Ecuatoriano, Magister en Gerencia de proyectos educativos y sociales en la Universidad Técnica de Machala, Docente titular principal en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA.

América Latina
Epicentro de la Bioeconomía Mundial?
Caso: Agroindustria del Café

Se terminó de imprimir en marzo de 2016 en la
imprenta de la UTMACH, calle Loja y 25 de Junio
(campus Machala)

Esta edición consta de 300 ejemplares.

www.utmachala.edu.ec

El programa de Reingeniería del Conocimiento en la Universidad Técnica de Machala (UTMACH) es un modelo emergente de gestión de la investigación que promueve saberes científicos con pertinencia social. Desde el Vicerrectorado Académico impulsamos la investigación colectivista, donde docentes y estudiantes se engranan en la construcción y divulgación del resultado de sus ejercicios pedagógicos, heurísticos y de vinculación social, en aras de contribuir con el fortalecimiento de nuestras ventajas comparativas y competitivas a nivel transfronterizo.

Mediante este programa estratégico la UTMACH impacta sus imaginarios respecto a la relación de la docencia con la investigación, muestra de ello es la presente obra donde se cristaliza el empoderamiento y profesionalismo de sus actores y redes al servicio de la formación crítica de profesionales de avanzada.

En la UTMACH seguimos conquistando el conocimiento a través de la investigación, por ello en cada acción emprendida *proyectamos nuestra historia*.

Ing. Amarilis Borja Herrera, Mg. Sc.
VICERRECTORA ACADÉMICA



ISBN: 978-9942-24-028-6



9 789942 240286