



EL LUGAR
DONDE SE
**POTENCIA
LA INNOVACIÓN**
.....
////////////////////
WWW.RUTANMEDELLIN.ORG



OBSERVATORIO CT+i



LICENCIA



Informe: Alerta de Mercado Biotecnología Sector Agrícola
por [Corporación Ruta N](#) se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](#)

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Sugerimos se referencie el documento de la siguiente forma:

Corporación Ruta N (2016). *Observatorio CT+i: Informe No. 1 Alerta de Biotecnología Sector Agrícola*. Recuperado desde www.brainbookn.com



OBSERVATORIO CT+i



**ALERTA MERCADO
BIOTECNOLOGÍA
SECTOR AGRÍCOLA**



MERCADO DE:

**BIOTECNOLOGÍA
SECTOR AGRÍCOLA**



EJECUTA



innRUTA

RED DE INTELIGENCIA COMPETITIVA

tecnnova 
Conectamos Universidad Empresa Estado


UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803


UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

UNIVERSIDAD
EAFIT[®]


Universidad
Pontificia
Bolivariana

UNIVERSIDAD

Ser. Saber y Servir
Con Acreditación Institucional


UNIVERSIDAD DE MEDELLIN


Institución Universitaria
Acreditada en Alta Calidad

DESARROLLA
EL ESTUDIO



Universidad
Pontificia
Bolivariana

ASESOR



Diego Miguel Sierra Botero

Administrador de Negocios - EAFIT
MBA-executive - Universidad de los Andes
Representante legal CIB

PARTICIPANTES

El estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva denominado alerta de mercado en biotecnología para el sector agrícola fue desarrollado por la **Universidad Pontificia Bolivariana - UPB** en el cual los participantes asumieron los siguientes roles:

Metodólogo: Asesora con la metodología de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva diseñada para el proyecto Observatorio CT+i y definida por INNRUTA - Red de Inteligencia Competitiva. Adicionalmente coordina dentro de cada institución los ejercicios realizados.

Vigía: Encargado de recopilar de fuentes primarias y secundarias los datos e información relacionada con el área de oportunidad estudiada. Adicionalmente, realiza con expertos temáticos y asesores el análisis de la información recopilada y la consolidación de los informes del estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva.

El estudio contó con la participación de **Diego Miguel Sierra Botero** quien desempeñó el papel de asesor temático con las siguientes actividades.

Asesor temático: Participa en las etapas de análisis y validación de la información recopilada por el vigía. Adicionalmente, orienta y da lineamientos del estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva realizado.

Adicionalmente se contó con la participación de un **grupo de validadores temáticos** quienes contribuyeron en la validación de los contenidos analizados y la construcción de conclusiones y recomendaciones finales.

PARTICIPANTES



Director del proyecto:

Elkin Echeverri

Coordinadores del proyecto:

Samuel Urquijo

Jorge Suárez



Director del proyecto:

Oscar Eduardo Quintero

Coordinadora del proyecto:

Ana Catalina Duque

Apoyo metodológico:

Juan Manuel Salazar



Metodóloga:

Ana María Velásquez Giraldo

Vigía:

Jaime Alejandro Barajas Gamboa

PARTICIPANTES



VALIDADORES TEMÁTICOS

Carlos Alberto Peláez Jaramillo

- Doctor en Química - Instituto Químico De Sarriá
- Director Grupo interdisciplinario de estudios moleculares GIEM - Universidad de Antioquia

Agostinho Almeida

- Master of Business Administration - Porto Business School
- Gestor de Fondos y Banca de Inversión - Promotora

Ricardo Lozano

- Especialista Medios de Comunicación y Periodismo - Universidad de los Andes
- Director - People & Earth

Carlos Adrián Lopera Agudelo

- Magister en Biología - Universidad de Antioquia
- Gerente - Rizosfera

Claudia Marcela Betancur

- Magister en Gestión Tecnológica - Universidad Pontificia Bolivariana
- Directora Ejecutiva - Corporación BIOINTROPIC

Katia Méndez Naranjo

- Magister en Gestión Tecnológica - Universidad Pontificia Bolivariana
- Coordinadora de prospectiva e Inteligencia competitiva - Corporación BIOINTROPIC

El presente estudio es un panorama de las principales áreas de aplicaciones biotecnológicas en el sector agrícola y sus tendencias asociadas, visualizadas a la luz de un país como Colombia que se sitúa en el trópico, con características a su favor como lo son un buen régimen de lluvias y una alta luminosidad, constituyendo factores diferenciadores en comparación con otros países, en procesos donde se involucra biomasa. Por ejemplo, la producción de estevia es tres veces superior a la alcanzada en Uruguay y la producción de etanol a partir de caña es constante todo el año a diferencia de Brasil.

Se priorizan dos áreas de aplicaciones biotecnológicas en el sector agrícola, realizando para cada una un estudio a mayor profundidad donde se presentan los principales lineamientos, *drivers*, tendencias, referentes, tecnologías asociadas, red de actores y retos. La primera área priorizada es *Bioinsumos agrícolas* y la segunda es *Energía a partir de biomasa residual*, ambas armonizadas en un contexto responsable con el medio ambiente, enfatizando la necesidad de cierre de ciclos en los agroecosistemas para garantizar una sostenibilidad traducida en la conservación de los recursos naturales y del suelo como pilar de producción, así como el aprovechamiento de residuos y de materia orgánica, que permita la generación de fuentes de energía alternativa frente a una crisis por la dependencia de combustibles fósiles y al cumplimiento de los compromisos asumidos por Colombia en el COP21.

La información aquí contenida representa el resultado de un estudio de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva en el cual se realizó una revisión bibliográfica de variedad de informes y estudios a nivel global, identificando las dinámicas a nivel mundial en el tema y sin limitarlo por los lineamientos normativos actuales en Colombia. Adicionalmente fue validado y enriquecido con el aporte de actores del ecosistema de innovación de biotecnología para el sector agrícola. Es un panorama general que busca incentivar en los lectores la curiosidad por profundizar más en el tema y generar dinámicas que promuevan la activación de proyectos I+D+i y alianzas entre los actores.



TABLA DE CONTENIDO



1. Panorama General Mercado Biotecnología Sector Agrícola	<u>11</u>
<i>Drivers del mercado</i>	<u>12</u>
<i>Tendencias</i>	<u>16</u>
<i>Para Tener en Cuenta</i>	<u>18</u>
2. Alcance Alerta Biotecnología Sector Agrícola.....	<u>19</u>
<i>Tendencias Priorizados</i>	<u>21</u>
3. Bioinsumos Agrícolas.....	<u>22</u>
3.1. Tendencias del mercado	<u>24</u>
3.2. Nuevos productos y cadena de valor	<u>31</u>
3.3. Tendencias Tecnológicas	<u>37</u>
3.4. Retos	<u>42</u>
4. Energía a partir de Biomasa Residual - Biocombustibles	<u>47</u>
4.1. Tendencias del mercado	<u>49</u>
4.2. Nuevos productos y cadena de valor	<u>57</u>
4.3. Tendencias Tecnológicas	<u>62</u>
4.4. Retos	<u>71</u>
5. <i>Recomendaciones</i>	<u>76</u>
Anexo	<u>84</u>
Referencias.....	<u>87</u>

Nº de diapositiva

BIOTECNOLOGÍA
SECTOR AGRÍCOLA

1. PANORAMA GENERAL: MERCADO BIOTECNOLOGÍA SECTOR AGRÍCOLA

A continuación se presentan los principales *drivers* y tendencias. Los *drivers* hacen referencia a las fuerzas que promueven desarrollos e innovaciones, generando activación de productos y servicios en diferentes áreas. Las tendencias constituyen los nuevos servicios y productos que se promueven a partir de los *drivers*, sobre los cuales se enfocan los esfuerzos de desarrollo.



DRIVERS DEL MERCADO - OPORTUNIDADES

- Falta de monitoreo y precisión en el pronóstico de microclimas - lluvias
- Requisito de un sistema nacional de indicadores de adaptación (COP 21)
- Aumento en más de 2.5 millones de hectáreas la cobertura de áreas protegidas (COP 21)
- 100% territorio nacional con planes de cambio climático (COP 21)

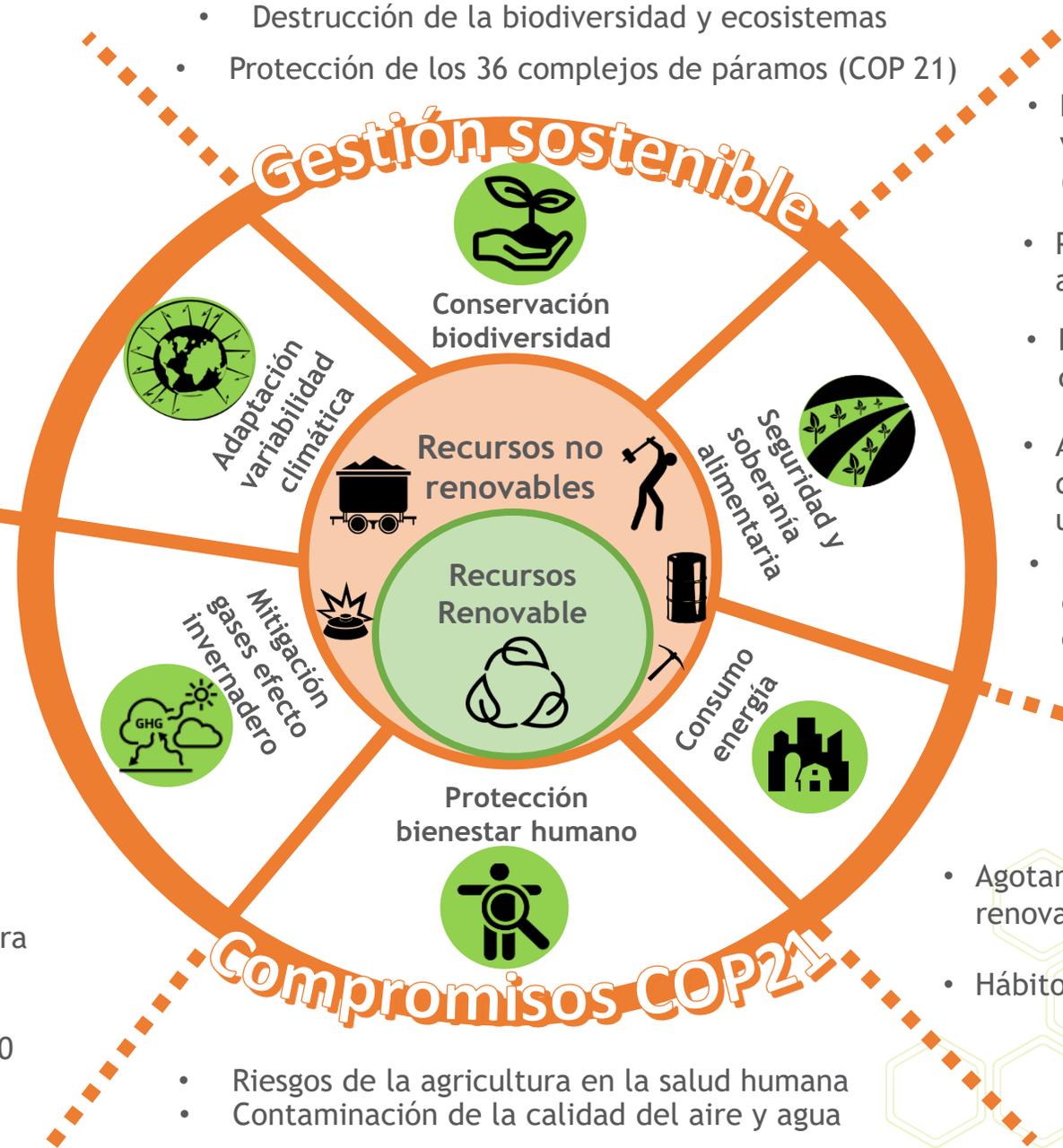
- Manejo insostenible de los recursos naturales
- Producción agrícola y pecuaria con impactos y emisiones en el medio ambiente
- Generación y acumulación de residuos, biomasa
- Reducción en la aplicación de insumos agrícolas de síntesis química
- Compromiso de Colombia en el COP 21 para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de un 20% hasta un 30% con relación a la emisiones proyectadas a 2030

- Destrucción de la biodiversidad y ecosistemas
- Protección de los 36 complejos de páramos (COP 21)

- Producción mundial de alimentos vs. Incremento de la población (70% calorías para 2050)
- Pérdida de alrededor de 30% de los alimentos por distribución
- Desperdicio de proteínas con potencial consumo
- Altos costos de producción por distribución: zona rural - urbana
- Desprotección de cultivos nativos de zonas con alta variabilidad climática

- Agotamiento de recursos no renovables
- Hábitos de alto consumo de energía

- Riesgos de la agricultura en la salud humana
- Contaminación de la calidad del aire y agua



DRIVERS DEL MERCADO BIOTECNOLOGÍA SECTOR AGRÍCOLA - DEBILIDADES



Formación de recurso humano

- Reducción de recursos económicos para la formación de recurso humano en programas de maestría y doctorado
- Capacitaciones a productores agropecuarios para la protección de los recursos naturales y del medio ambiente



Financiación de actividades de investigación y empresariales

- Recorte presupuestal para las actividades de CT+i
- Reducción de recursos para financiación de emprendimientos y aceleración de empresarial
- Barreras en el acceso a líneas financieras de inversión empresarial



Transferencia de los resultados de investigación

- Deficiencia en las actividades de transferencia de los resultados de investigación, divulgación y comunicación de la ciencia
- Problemas asociados al accesos de los resultados de investigación por parte de la comunidad



Apropiación Social del Conocimiento

- Debilidades en el levantamiento de indicadores de impactos sociales, ambientales y económicos, de los proyectos de investigación



Generación de información desde la Academia para el Sector industrial

- Limitaciones en la alineación entre temas de investigación y necesidades de la industria



Transferencia de tecnología

- Baja transferencia de tecnología a los grupos de interés como comunidades rurales, empresas, organizaciones, etc.
- Impacto del costo del cambio de tecnología para el agricultor
- Barreras para acceder a capital de riesgo con el fin de forjar el pleno desarrollo de tecnologías y evitar que se estancuen en el “valle de muerte”

DRIVERS DEL MERCADO BIOTECNOLOGÍA SECTOR AGRÍCOLA - OPORTUNIDADES INVERSIÓN



Eventos para fomentar el desarrollo de negocios entre empresas biotecnológicas

- Biolatam, fue un encuentro global realizado en el 2013, posicionando a Colombia como el epicentro latinoamericano para la biotecnología
- Fue un punto de encuentro para empresas, investigadores y entidades de capital riesgo de la industria biotecnológica nacional e internacional y contó con fondos de inversión gestionados por cerca de 7.8 billones de pesos



Recursos

- Los recursos recibidos para financiar proyectos de CT+i son ingresos no constitutivos de renta
- Inversión en actividades de CT+i por 4,7 billones de pesos
- Inversión en I+D de 1,81 billones de pesos



Deducción y exención de impuestos

- Deducción sobre el impuesto a la renta equivalente al 175% del valor invertido en I+D
- Exención del impuesto sobre las ventas (IVA) a la importación de equipos y elementos destinados a centros de investigación y desarrollo tecnológico



Recurso humano de alta formación

- Apoyo a la inserción de profesionales con formación doctoral en empresas de acuerdo a Colciencias



Cofinanciación de proyectos con beneficio empresarial

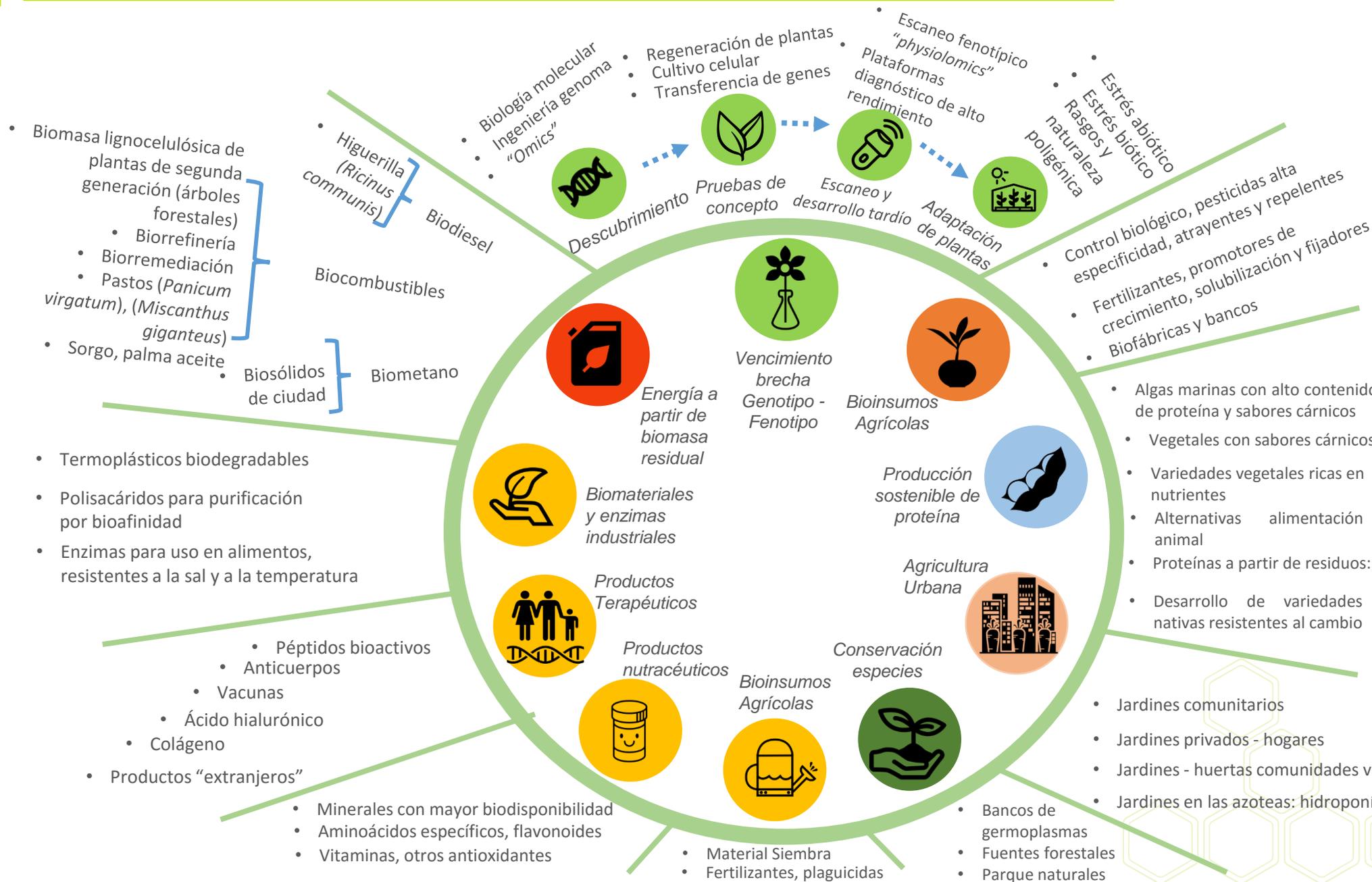
- Cofinanciación de proyectos de CT+i que benefician a una o varias empresas y son ejecutados en conjunto con centros de desarrollo reconocidos por Colciencias

TENDENCIAS EN BIOTECNOLOGÍA SECTOR AGRÍCOLA

Las tendencias en biotecnología para el sector agrícola, fueron identificadas a través de la revisión de publicaciones en revistas, artículos tipo *review*, estados del arte, informes de mercado, patentes, documentos de trabajos, entre otros. Adicionalmente, fueron validadas y enriquecidas con los aportes de expertos en la temática a nivel local, nacional e internacional.



TENDENCIAS EN BIOTECNOLOGÍA SECTOR AGRÍCOLA



Clasificación

- Productos a partir del aprovechamiento de metabolitos secundarios
- Bioinsumos Agrícolas
- Biotecnología para romper la brecha Genotipo - Fenotipo
- Energía a partir de biomasa residual
- Producción sostenible de proteínas
- Agricultura urbana
- Conservación de las especies

POSIBLES RELACIONES DRIVERS DEL MERCADO - TENDENCIAS

DRIVERS



Seguridad alimentaria

- Incremento de la población
- Deficiencia en la distribución y mal uso de los alimentos
- Desprotección de cultivos nativos



Adaptación variabilidad climática

- Falta de precisión en pronóstico y monitorio del clima
- Agricultura vulnerada con la variabilidad climática
- Desprotección de áreas naturales



Mitigación gases efecto invernadero

- Producción agrícola y pecuaria con impactos ambientales
- Generación y acumulación de residuos
- Dietas en alimentación con alto consumo proteína



Protección al bienestar humano

- Riesgos en la salud humana por la agricultura
- Contaminación del aire y agua



Consumo de energía

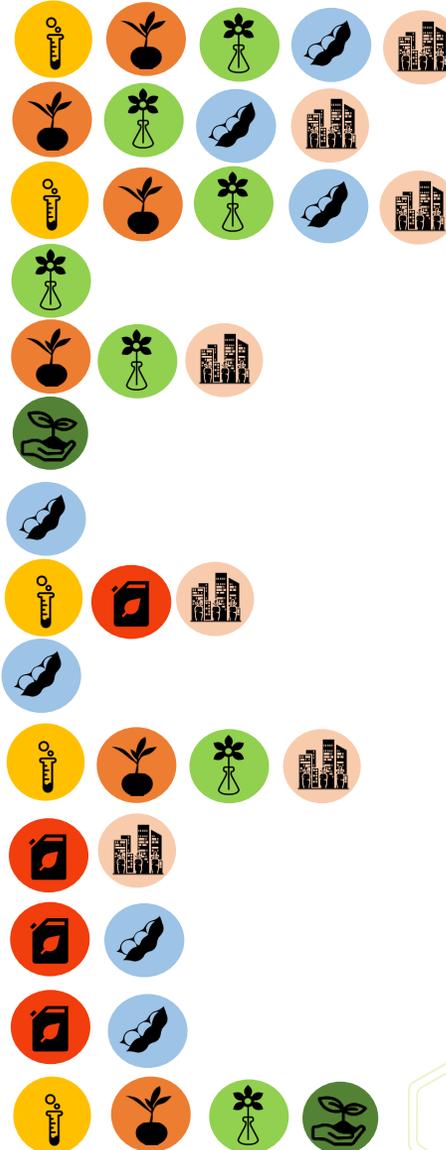
- Agotamiento de recursos no renovables
- Hábitos de alto consumo de energía



Conservación de la biodiversidad

- Destrucción y alteración de ecosistemas

TENDENCIAS



Clasificación



Productos a partir del aprovechamiento de metabolitos secundarios



Bioinsumos Agrícolas



Biotechnología para romper la brecha Genotipo - Fenotipo



Energía a partir de biomasa residual



Producción sostenible de proteínas



Agricultura urbana



Conservación de las especies

PARA TENER EN CUENTA

- **Normatividad.** Dificultad de acceso a recursos biológicos y genéticos, para su explotación comercial. Productos como bioinsumos agrícolas, de alimentación y cosmética, presentan barreras bajas, por lo que pueden llegar al mercado en 3-5 años. Productos terapéuticos presentan barreras altas y demoran de 12 a 15 años.
- **Materia Orgánica.** Producción constante de residuos en la ciudad durante el año, de los cuales son 60% materia orgánica que no retorna al suelo provocando su deterioro y desmineralización.
- **Sostenibilidad.** Compromiso de Colombia en el COP 21 de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero del país 20% con relación a la emisiones proyectadas a 2030 (García Arbeláez, Barrera, Gómez, & Suárez Castaño, 2015).
- **Agricultura Urbana.** Es una fuente valiosa de ingresos, sin embargo los espacios en la ciudad son reducidos en comparación con la agricultura tradicional (Gómez Rodríguez, 2014).
- **Conservación de las especies.** Para este estudio no se tuvo en cuenta asuntos relacionados con la mitigación y adaptación al cambio climático.
- **Energía a partir de biocombustibles y biodiesel.** La obtención de Energía a partir de biomasa residual tiene potencial oportunidad para la ciudad.



BIOTECNOLOGÍA
SECTOR AGRÍCOLA

2.

ALCANCE ALERTA: MERCADO BIOTECNOLOGÍA SECTOR AGRÍCOLA

A continuación se presenta el alcance y foco del análisis. Este diagrama representa los temas priorizados en donde se hizo énfasis en el estudio de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva denominado alerta de mercado de biotecnología sector agrícola.



TENDENCIAS EN BIOTECNOLOGÍA SECTOR AGRÍCOLA

Durante los ejercicios de validación con los asesores temáticos, se observó que cuatro tendencias se caracterizaron por tener en común su pertinencia para la ciudad y por las capacidades existentes, y se procedió a realizar un análisis a mayor profundidad en el periodo de 2009 a Junio de 2016, sobre el avance científico y tecnológico, representado en el número de artículos y patentes, como se muestra a continuación.

Tendencias	Artículos 2009 - Junio 2016	Patentes 2009 - Junio 2016
Bioinsumos agrícolas	79227	17443
Productos metabolitos secundarios	5155	5519
Energía - biocombustibles	3044	9144
Biotecnología para romper la brecha genotipo-fenotipo	711	54039

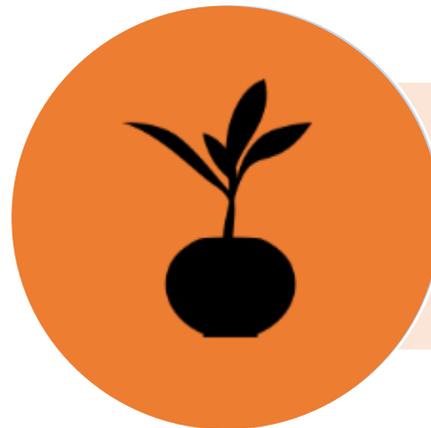
Fuente: (Scopus, 2016; AcclaimIP, 2016).

TENDENCIAS PRIORIZADAS EN BIOTECNOLOGÍA SECTOR AGRÍCOLA

A partir de las tendencias presentadas en el capítulo anterior se priorizan dos enfoques, considerando la relevancia de estas tanto a nivel local como a nivel internacional y la pertinencia para promover el desarrollo de tecnologías e innovaciones relacionadas en la región.

Estas tendencias fueron priorizadas utilizando metodología de consulta expertos en la temática a nivel local, nacional e internacional; la revisión de publicaciones en revistas, artículos tipo *review*, estados del arte, así como informes de mercado y patentes.

Además, como se observó anteriormente, para las cuatro tendencias con mayor fuerza, se cuantificó su desarrollo científico y tecnológico a partir del número de publicaciones y patentes. Finalmente, teniendo en cuenta todos estos aspectos se priorizó *Bioinsumos agrícolas* y *Energía a partir de biomasa residual - biocombustibles*.



Bioinsumos agrícolas



Energía a partir de biomasa residual - Biocombustibles

BIOTECNOLOGÍA
SECTOR AGRÍCOLA

3. BIOINSUMOS AGRÍCOLAS

A continuación se presenta una descripción del área priorizada con los aspectos más importantes de la temática y su evolución.



MAPA: BIOINSUMOS AGRÍCOLAS



Fuente: (*Uribe Galvis, Sarmiento Moreno, Bochno Hernández, Elzbieta Andrade Benitez **Bhattacharjee & Dey, 2014; ; ***Spielman, Kolady, Cavalieri, & Chandrasekhara Rao, 2014 ****Gupta & Dikshit, 2010; , Gladys Sánchez Rojas, & Hernández Iglesias, 2011).

BIOTECNOLOGÍA
SECTOR AGRÍCOLA

3.1

TENDENCIAS DEL MERCADO: BIOINSUMOS AGRÍCOLAS

En este capítulo se evidencian aspectos claves del mercado global y nacional, haciendo énfasis en el comportamiento comercial a nivel de productos, servicios y tecnologías disponibles en el mercado y las tendencias de los mismos a nivel de oferta y demanda. Adicionalmente, los principales jugadores del mercado mundial, evidenciando sus productos y aplicaciones que comprueban los resultados de este tipo de desarrollos.

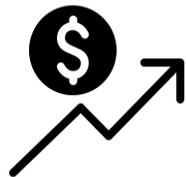


CRECIMIENTO DEL MERCADO

BIOFERTILIZANTES



Asia y el Pacífico comparten el 34% del mercado para 2011.



10,2 mil millones de dólares para 2018



Crecimiento del 14,07% CAGR. Periodo 2014-2019

Fuente: (Raja, 2013; Reserch and Markets, 2014).

SEMILLAS Y MATERIAL SIEMBRA

Pronóstico Ventas Mundiales



Fuente: (Ragonnaud, 2013).



En 2012, América del Norte lideró el mercado, seguido de Europa, Asia y el Pacífico.



Crecimiento: \$44,12 en 2012 a \$85,23 en 2018, con 12,1% CAGR. Cifras en mil millones de dólares.

Fuente: (Markets and Markets, 2012).

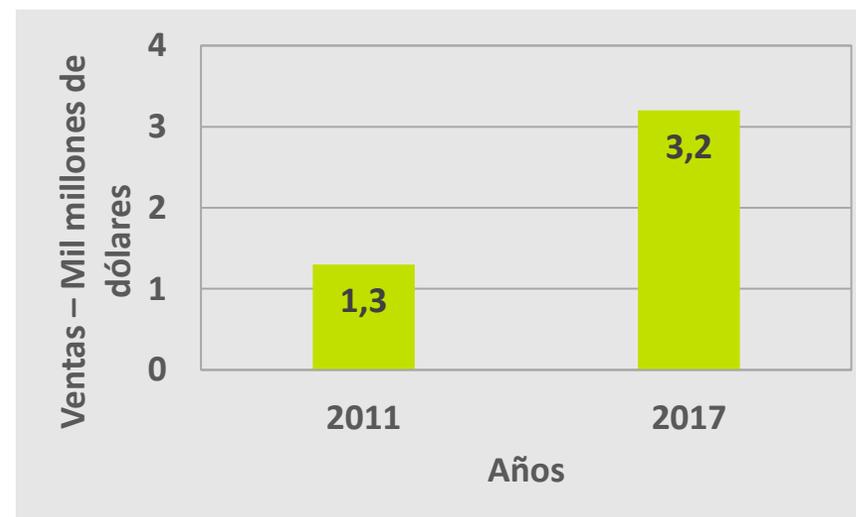
CRECIMIENTO DEL MERCADO

BIOPLAGUICIDAS



América del Norte dominó el mercado mundial de biopesticidas en 2011, con un 40%.

Pronóstico Ventas Mundiales



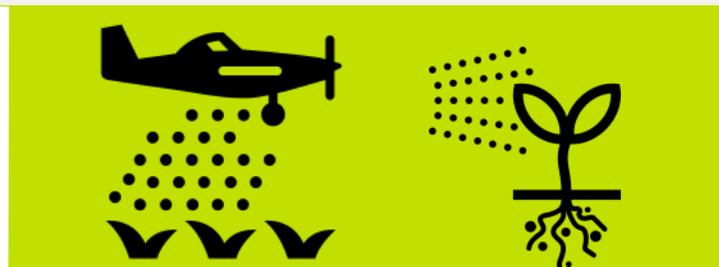
Fuente: (Raja, 2013; Reserch and Markets, 2014).

DRIVERS



De acuerdo a (Hungria & Vargas. M. (2000):

- El manejo inadecuado del suelo por el uso de insumos de síntesis química ha causado agotamiento del suelo.
- Reducción en la productividad de los cultivos.



Según Robertson & Vitousek (2009):

- Baja eficiencia en el uso de productos químicos.
- Alto desperdicio del insumo aplicado.
- Baja absorción por parte de las plantas.



- Necesidad inmediata de reducir el uso de productos de síntesis química con productos biológicos (Zambrano Moreno et al, 2015) e incorporación de materia orgánica.

ALGUNOS LÍDERES - COLOMBIA



Laverlam S.A.

Dedicada a la investigación, desarrollo, fabricación y comercialización de productos biológicos para la avicultura, la ganadería y la agricultura.
<http://laverlam.com/sitioweb/>



Ecoflora Agro

Líder y pionera en el desarrollo de soluciones tecnológicas elaboradas con extractos vegetales para la protección eficaz y sostenible de cultivos.
<http://www.ecofloragro.com/es/>



Safer

Mercado de la producción limpia, con insumos como: microorganismos biocontroladores, extractos de plantas, fungicidas y bactericidas minerales, hongos micorrizógenos, biofertilizantes y trampas para captura y monitoreo de insectos plaga.
<http://www.agrobiologicossafer.com/>



Orius Biotech

Soluciones biotecnológicas para los productores agrícolas, pecuarios, acuícolas y para el manejo ambiental, con menor impacto y para la producción sostenible.
<http://www.oriusbiotech.com/>



LST

Insumos agrícolas biológicos para la producción orgánica, el manejo integrado de cultivo, plagas y enfermedades, enfocados en la agricultura eficiente y sostenible y en la inocuidad de alimentos agrícolas.
<http://lstsa.com/index.php/es/>

ALGUNOS LÍDERES - MUNDO



Bayer CropScience

Provee soluciones para el mercado de la agricultura. Cuenta con un portafolio que se compone de fungicidas, insecticidas, herbicidas, fertilizantes foliares, productos para el tratamiento de semillas y biocontroladores.
<http://www.cropscience.bayer.co/>



Monsanto

Monsanto ofrece una gama de productos y servicios a productores agrícolas, como semillas convencionales y biotecnológicas, productos para la protección de cultivos y para conservación de la agricultura.
<http://www.monsanto.com/>



Syngenta

Compañía líder en protección de cultivos con portafolio de productos que incluye herbicidas, insecticidas y fungicidas, para el control de malezas y enfermedades. Así como también oferta de semillas.
<http://www3.syngenta.com/>



Dow

Empresa con el objetivo de ofrecer productos a los agricultores para aumentar la productividad de sus cultivos y la preservación del medio ambiente, a través de mejores variedades, control de malezas, insectos y enfermedades.
<http://www.dow.com/>

Fuente: (Rojas López, Vera, & Arias, 2012).

PARA TENER EN CUENTA

- **Nicho de mercado.** En Colombia desde el 2004 hasta el 2011, se encontraron 111 registros de empresas de bioinsumos (Zambrano Moreno, Ramón Rodríguez, Strahlen Pérez, & Bonilla Buitrago, 2015). Para febrero de 2016 se registraron 168 empresas de bioinsumos ante el ICA (ICA, 2016).
- **Mercado con receptividad.** Según Zambrano Moreno & Riaño Otálora (2008), el mercado de los bioinsumos en Colombia ha venido ganando una mayor receptividad tanto por agentes interesados en su producción, como por aquellos que los requieren como insumo para sus cultivos.
- **Análisis de las empresas.** Fueron encontrados registros de empresas productoras en 12 departamentos colombianos. La mayoría de estas empresas y de los lugares de operación de las plantas, se encuentran ubicadas en los departamentos de Cundinamarca, Valle del Cauca y Antioquia (Zambrano Moreno et al., 2015).



BIOTECNOLOGÍA
SECTOR AGRÍCOLA

3.2

NUEVOS PRODUCTOS Y CADENA DE VALOR: BIOINSUMOS AGRÍCOLAS

En este capítulo se presentan productos innovadores que han incursionado en el mercado. Se seleccionó un biofertilizante, un material de siembra y uno con acción bioplaguicida. Su búsqueda fue guiada a través de palabras claves, identificando aquellos con actividad comercial y visibilidad en internet. Así mismo, se presenta la cadena de valor, haciendo énfasis en sus características diferenciadoras.



PRODUCTOS INNOVADORES

Producto	Azoter
Tipo	Fertilizante microbiano de fuente bacteriana
Atributo	Vital para el suelo
Características del producto	<ul style="list-style-type: none"> • Es una sustancia líquida de origen microbiano cuya aplicación en el suelo crea una cantidad suficiente de nitrógeno, fósforo, potasio, y una producción de fitohormonas de plantas • Durante el ciclo de cultivo se crean 150 kg de nitrógeno, entre 60 y 80 kg de fósforo y 30 kg de potasio, por hectárea • El número de microorganismos vitales 4×10^9/ml (<i>Azotobacter chroococcum</i>, <i>Azospirillum brasiliense</i>, <i>Bacillus megaterio</i>) • El producto tiene un excelente efecto en suelos bien aireados con 1-2% de humus y pH de 5,6 y superior
Presentación	Líquido marrón-gris
Empresa	Azoter
Ubicación	Europa
Link	http://www.azoter.cz/?p=products_en



Fuente: http://www.azoter.cz/?p=products_en

PRODUCTOS INNOVADORES

Producto	NK Cisko
Tipo	Semillas. Ciclo 280/290
Atributo	Producto estrella
Características del producto	<ul style="list-style-type: none"> • Excelente analítica de silo, <i>stay-green</i> • Gran digestibilidad, capaz de llegar al 75% de DMO • Alto rendimiento en almidón, superior al 34% • U.F.L. pueden superar el valor 1 • Gran homogeneidad de tamaño e inserción de mazorcas compactas, y con gran potencial productivo de 16-18 hileras • En los primeros estadios de desarrollo, aspecto voluminoso y homogéneo • Destaca por su nascencia, crecimiento temprano y producción de ciclo más largo • Tiene una excelente tolerancia a virosis (MRDV) • Se adapta a todo tipo de suelos y climas, y resistencia a encamado
Presentación	Dosis de 50,000 semillas
Empresa	Syngenta
Ubicación	Presencia en 90 países
Link	http://www3.syngenta.com/country/es/sp/cultivos/maiz/Semillas/variedades-convencionales/galicia/Paginas/cisko.aspx



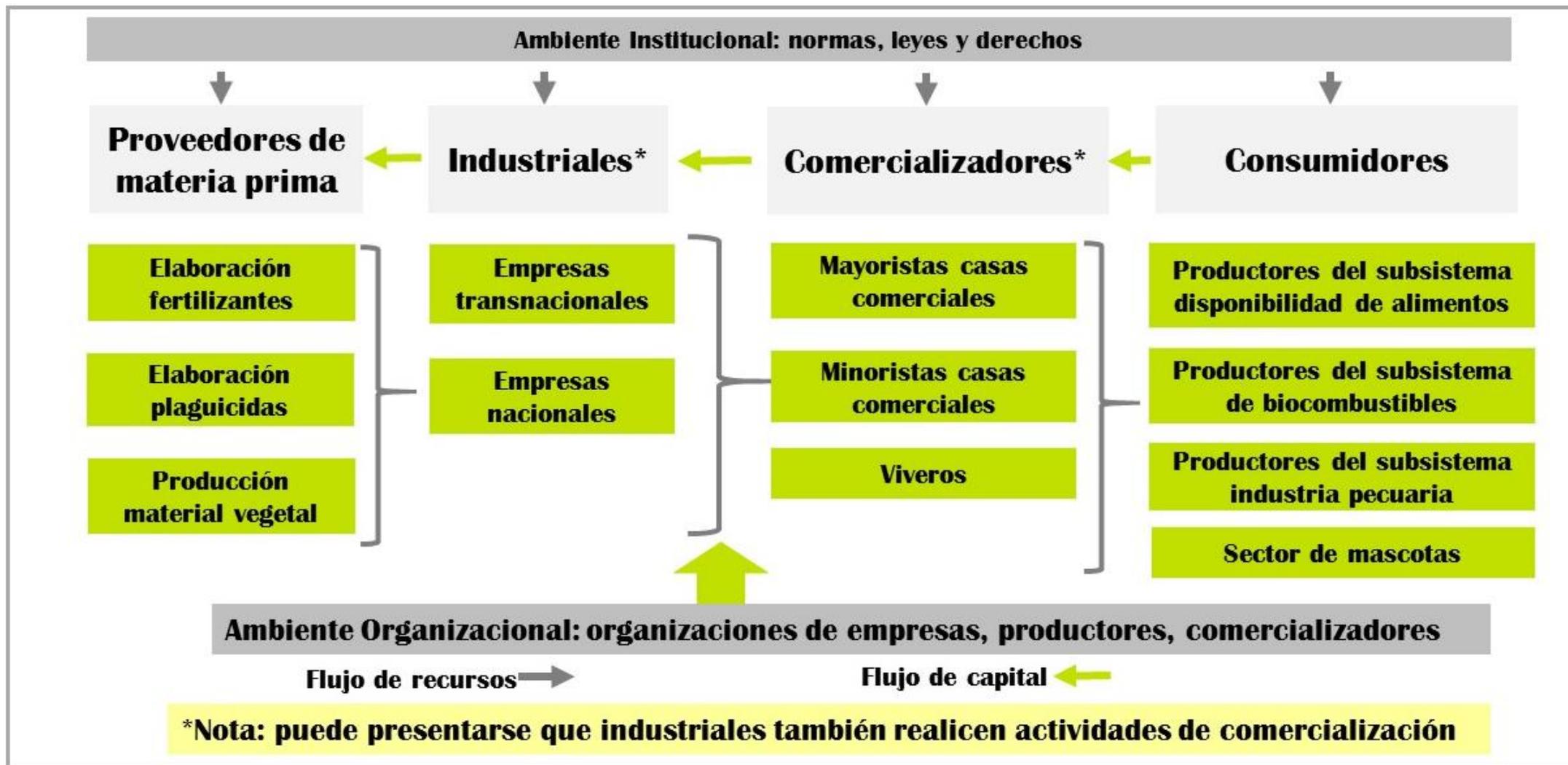
Fuente:
<http://www3.syngenta.com>

PRODUCTOS INNOVADORES

Producto	CapsiAlil®
Tipo	Repelente, Insecticida y Acaricida 100% natural
Atributo	Primer Biopesticida colombiano aprobado para uso en la agricultura de los USA
Características del producto	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborado a partir de ingredientes activos, presentes en variedades de plantas de las familias <i>Allium sativum</i> (Liliaceae) y <i>Capsicum spp</i> (Solanaceae) • Puede ser usado en programas de agricultura más limpia, Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) o de agricultura ecológica • Evita el establecimiento de poblaciones plaga, disminuyendo su alimentación, oviposición y daño causado en el cultivo • Debilita la cutícula de los insectos plaga y aumenta su movilidad, exposición y vulnerabilidad frente a insecticidas o acaricidas (biológicos o químicos) • Cuenta con usos registrados en Colombia, Costa Rica, Ecuador y Perú • Con aplicaciones en cultivos de algodón, arroz, cítricos, ají, cebolla, maracuyá, clavel, fresa, viveros de palma, cucurbitáceas • Maneja plagas como ácaros, diatrea, áfidos, psílidos, singamia, vivero
Presentación	Líquido viscoso, de color marrón-rojizo, densidad 0,9 g/mL - 1,1 g/mL
Empresa	Ecoflora Agro
Ubicación	Colombia
Link	http://www.ecofloragro.com/es/capsialil



Fuente:
<http://www.ecofloragro.com>



TRANSACCIONES DE INTERÉS EN BIOINSUMOS

	COMPAÑÍA	TIPO DE NEGOCIACIÓN	EMPRESA OBJETIVO	VALOR (USD)
	Bayer CropScience	Adquisición	AgraQuest	425 Millones
		Asociación	Flagship Ventures	No divulgado
	Monsanto	Asociación - Desarrollo	Novozymes	300 Millones
		Fundación <i>startup</i>	Preceres LLC	No divulgado
	BASF	Adquisición	Becker Underwood	1,02 Billones
	Syngenta	Adquisición	DevGen	526 Millones
		Adquisición	Pasteuria	113 Millones
	DuPont	Licencia	Marrones Bio-innovations	No divulgado
		Adquisición	Taxon Biosciences	No divulgado
		Asociación - Desarrollo	Hexima	No divulgado
	Platform Specialty P.	Adquisición	Arysta LifeScience	3,5 Millones
	Dow AgroSciences	Asociación - Desarrollo	Radiant Genomics	No divulgado
	Sumitomo Chemical	Asociación - Desarrollo	Evolva	No divulgado

Tendencias en modelo de negocio:

- ✓ Adquisición (compra)
- ✓ Asociación-Desarrollo
- ✓ *Startups*
- ✓ Licencia

Fuente: (Olson, 2015).

BIOTECNOLOGÍA
SECTOR AGRÍCOLA

3.3

TENDENCIAS TECNOLÓGICAS: BIOINSUMOS AGRÍCOLAS

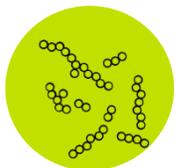
En este capítulo se evidencia el comportamiento científico y tecnológico a nivel mundial, las tendencias, tecnologías emergentes y el nivel de madurez de los hallazgos; además, las principales instituciones líderes que pueden apoyar cada área de oportunidad desde el ámbito científico y tecnológico.



TENDENCIAS TECNOLÓGICAS



- **Desarrollo de productos dirigidos hacia la obtención de consorcios microbianos o microorganismos individuales.** Son seleccionados con múltiples modos de acción, que permitan solucionar los problemas de fertilidad del suelo, así como el control de plagas y enfermedades (Bhattacharyya & Jha, 2012).



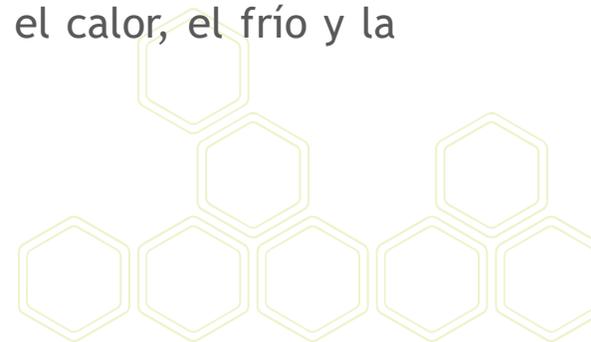
- **Biofertilizantes como inoculantes microbianos para promover el crecimiento.** Se han reportado respuestas positivas a la inoculación de bacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPR) en diferentes cultivos, tales como palma aceitera (Adiprasetyo, Purnomo, Handajaningsih, & Hidayat, 2014), coco y plátano (Mia, Shamsuddin, & Mahmood, 2010; Mia, Shamsuddin, Zakaria, & Marziah, 2007).



- **Interacción de las plantas con los hongos micorrízicos arbusculares (HMA).** Este grupo de microorganismos edáficos establecen simbiosis con las plantas influyendo positivamente en su crecimiento (Mujica, Mena, Medina, & Rosales, 2014).



- **Cultivos con mayor tolerancia.** Compañías de semillas están invirtiendo un enorme esfuerzo en el desarrollo de cultivos con mayor tolerancia a la sequía, el calor, el frío y la salinidad (Graff, 2013).

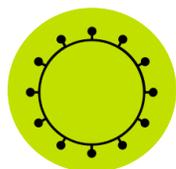


TENDENCIAS TECNOLÓGICAS

De acuerdo a lo planteado por Zambrano Moreno y otros (2015), se pueden encontrar las siguientes tendencias de acuerdo a: 1) Tipo de Bioinsumo 2) Microorganismos y 3) Cultivos de aplicación:



- **Tipo de Bioinsumo.** De acuerdo a la clasificación del ICA, se ubicaron registros del 46,7%, para las empresas que ofrecen agentes biológicos para el control de plagas y del 26,7%, de inoculantes biológicos. 19,1% para extractos vegetales y 7,5% para productos bioquímicos.



- **Microorganismos más empleados.** Cinco grupos morfológicos: hongos filamentosos, hongos micorrízicos, bacilos Gram positivos, bacilos Gram negativos y levaduras. Predominan los hongos filamentosos, con un 59,6%, seguido por los hongos micorrízicos, con un 18,6%.



- **Principales cultivos de aplicación.** Los bioinsumos producidos e importados en el país están destinados, principalmente, a cultivos ornamentales, 24,7%, seguido de bioinsumos para cultivos de hortalizas, 16,3% y de cereales, 13,2%; el menor porcentaje de bioinsumos disponibles en el mercado fue para cultivos de tubérculos, 6,84%; algodónero, 5,78% y café 3,68%.

NIVEL DE MADUREZ



Fuente: Elaboración propia con base en (Chojnacka, 2015; Kalaitzandonakes & Magnier, 2013; Mazid & Khan, 2014; Olson, 2015).

PARA TENER EN CUENTA

- **Situación de las empresas.** Nuevas compañías han desarrollado tecnologías en el sector de bioinsumos, enfrentándose a reglamentaciones cada vez más estrictas ante el uso de químicos de síntesis, lo que tiene repercusiones en los niveles de ventas de las grandes compañías (Quagliano, 2009).
- **Costos de producción.** En Colombia la participación de los costos de producción asociados a fertilización y a control de plagas, enfermedades y malezas, difiere de factores como: producto, zona geográfica y tamaño de la explotación (Perfetti et al., 2012).
- **Oportunidad.** La biodiversidad de Colombia es más grande que otros países tropicales como Brasil y Costa Rica, y es un bien estratégico de gran importancia para el desarrollo de los países megadiversos (Bueno, Coy, & Stashenko, 2011).



BIOTECNOLOGÍA
SECTOR AGRÍCOLA

3.4

RETOS: BIOINSUMOS AGRÍCOLAS

En este capítulo se presentan los retos del mercado que afrontan el sector de bioinsumos agrícolas



RETOS DEL MERCADO



Económico

- Superar la dificultad para separar la investigación básica de la comercial (Cabrera & López, 2008).
- Vínculos entre organizaciones científicas e industria (Bhattacharyya & Jha, 2012).
- Definir factores de calidad de bioinsumos importados, de acuerdo al ICA (Zambrano-Moreno et. Al, 2015).
- Reducción del costo final de producto para su mayor acceso a productores agropecuarios.



Social

De acuerdo a Bonilla Arboleda, Peinado Solano, Urdaneta Romero, & Carrascal Gómez (2000):

- Eliminar las barreras sociales y culturales.
- Elevar el nivel de conocimiento de los agricultores.
- Sensibilizar a la comunidad sobre la necesidad de proteger los recursos naturales.



Tecnológico

- Recursos genéticos y biológicos desarrollados por los grupos con utilidad comercial (Chaparro, Ávila, & Blanco, 2010).
- Reducción del tiempo requerido para el desarrollo de bioinsumos, garantizando su calidad (Zambrano-Moreno et. Al, 2015).



Político

- Menor complejidad en los marcos jurídicos y legales (Duarte & Velho, 2008).
- Superación de las dificultades para de acceso a recursos genéticos y biológicos (Nemogá, 2010).

RED DE ACTORES



Compañías
del sector

- 168 empresas de bioinsumos registradas ante el ICA para febrero de 2016 (ICA, 2016).
- Se encuentran distribuidas en sector privado (94,6%) y sector público y mixto (con 2,7% cada uno), según Zambrano Moreno et al. (2015).



Productores
agropecuarios

- Relación directa con sus costos de producción, asociados a material vegetal, fertilizantes y plaguicidas. Para mayor información ir al anexo final.
- Apropiación de las tecnologías desarrolladas a través de la educación, capacitaciones técnicas y conciencia ambiental.



Universidades y centros
de Investigación

- 46 grupos de investigación, relacionados con biotecnología agrícola, 258 investigadores, 1765 productos resultados de investigación y 647 proyectos (Chaparro Giraldo et al., 2012).
- Corpoica ha liderado en gran medida el trabajo en biotecnología agroindustrial, cuenta hoy con más de 120 doctores y trabaja en 7 redes de innovación en cacao, raíces y tubérculos (COLCIENCIAS, 2016).



Gobierno

- ICA: para registro de productos, control técnico de los insumos.
- SIC: trámite de patentes.
- MADS: solicitud de acceso a recurso genético.
- COLCIENCIAS: Actividades CT+i.
- La biotecnología en 2010 quedó integrada al Plan Nacional de Desarrollo de Colombia y hoy es uno de los ejes de la Política Nacional de CT+i (COLCIENCIAS, 2016)

NECESIDADES QUE SE BUSCAN SOLUCIONAR



Compañías
del sector

- Soluciones biotecnológicas para el manejo ambiental y aumento de su productividad sostenible.
- Enfoque en el manejo integrado de cultivos, inocuidad de alimentos agrícolas, entre otros.



Productores
agropecuarios

- Promover el crecimiento de plantas e incrementar su productividad.
- Reducción de los costos de producción de insumos.
- Cultivar especies resistentes a condiciones variables.
- Uso de insumos más efectivos y con menor impacto ambiental.



Universidades y centros
de Investigación

- Mejorar la producción sin afectar la biodiversidad y mitigar los efectos del cambio ambiental (Chaparro Giraldo et al., 2012).
- Sustitución de fertilizantes y agroquímicos, dada la problemática del agotamiento de los recursos no renovables (Chaparro Giraldo et al., 2012).



Gobierno

De acuerdo a COLCIENCIAS (2015):

- Atender la baja productividad del sector y a disminuir la brecha entre la investigación y la adopción de tecnologías.
- Aumentar la competitividad del sector agropecuario y el mejoramiento de la calidad de vida de los pequeños productores.

PARA TENER EN CUENTA

De acuerdo a los planteado por Zambrano Moreno, Ramón Rodríguez, Strahlen Pérez, & Bonilla Buitrago (2015), se sigue tener en cuenta:

- **Potencial Industrial de las Investigaciones.** Del total empresas de bioinsumos evaluadas en Colombia, el 64,5% son productoras y un 35,5%, son importadoras. Llamado a que los investigadores nacionales se pregunten el potencial industrial de sus resultados (Zambrano Moreno et al., 2015).
- **Colombia requiere un mayor desarrollo, acceso y aplicación de los bioinsumos.** Los avances hacia el fomento empresarial de la producción de bioinsumos en Colombia deben ir más allá del desarrollo tecnológico.
- **Enfoque integral.** El éxito dependerá de la gestión de empresas innovadoras que tengan iniciativa de vincular investigadores, la eficiente comercialización de productos, la educación y transferencia de tecnología a los productores y al público en general.

Es necesario poder tener acceso a capital de riesgo para dar continuidad a los ciclos de financiación de las empresas (por ejemplo, a través capitales semillas, líneas de crédito, convocatorias cofinanciadas) y de esta manera reducir el cierre de empresas por necesidades básicas como capital de trabajo.



BIOTECNOLOGÍA
SECTOR AGRÍCOLA

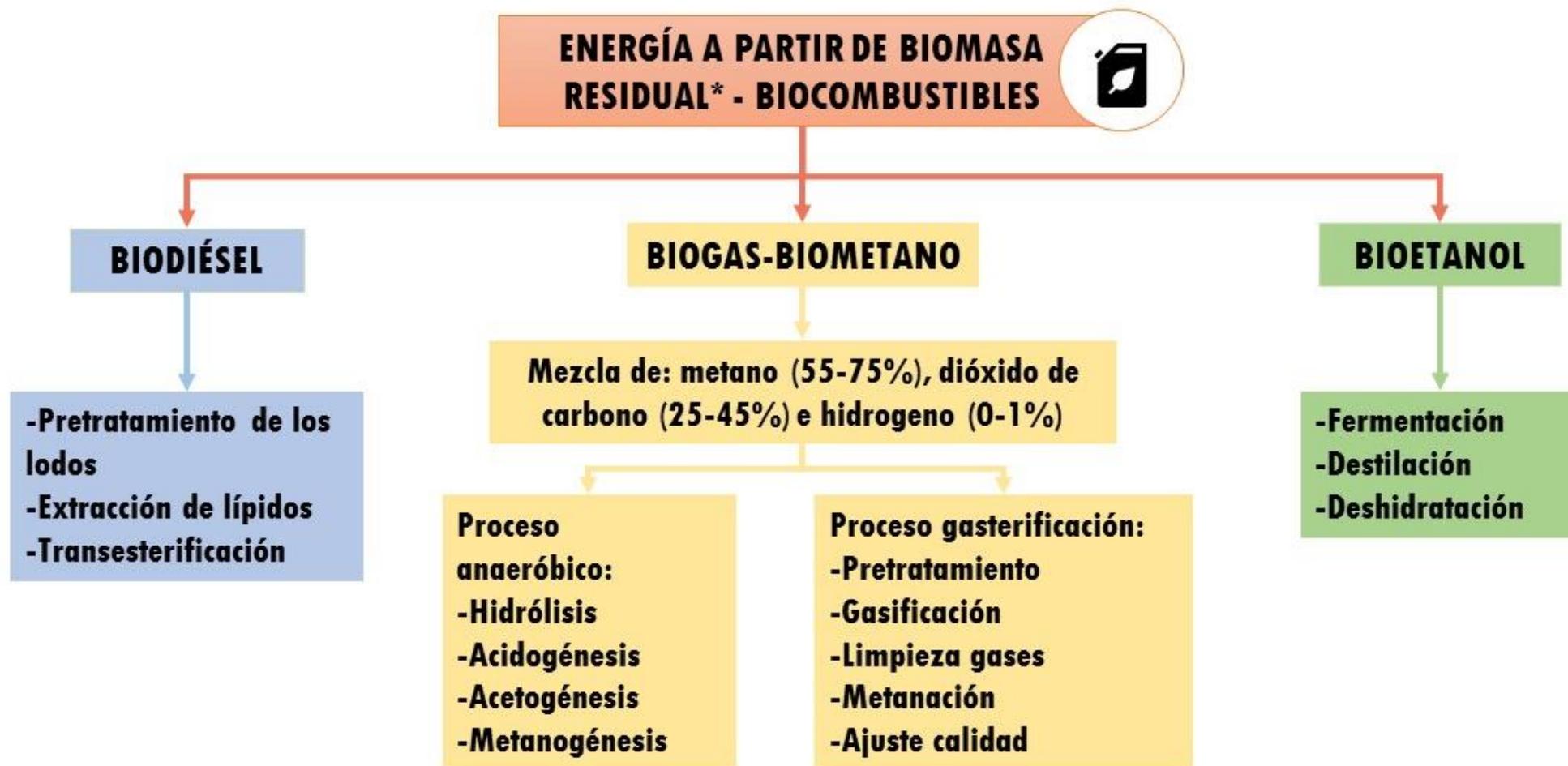
4

ENERGÍA A PARTIR DE BIOMASA RESIDUAL - BIOCOMBUSTIBLES

A continuación se presenta una descripción del área priorizada con los aspectos más importantes de la temática y su evolución. En esta tendencia se enfatiza el compromiso ambiental formalizado en el COP21 mediante la generación de biocombustibles que eviten la emisión de gases de efecto invernadero y que reduzcan la dependencia de combustibles fósiles. Además se observa una relación con la tendencia anterior en cuanto a que los biofertilizantes deben estar en sincronía con la energía que puede obtener de la biomasa residual (materia orgánica) y que a su vez, la biomasa residual es un potencial biofertilizante.



MAPA: ENERGÍA A PARTIR DE BIOMASA RESIDUAL - BIOCOMBUSTIBLES



*La biomasa residual hace referencia a los subproductos que se derivan de las transformaciones naturales o industriales que se derivan de las transformaciones naturales o industriales que se llevan a cabo en la materia orgánica. Algunos ejemplos de biomasa son residuos de las cosechas, las podas de zonas verdes urbanas, los efluentes ganaderos, los lodos de los sistemas de tratamiento de aguas residuales y los residuos orgánicos de plazas de mercado (Escalante Hernández, Orduz Prada, Zapata Lesmes, Cardona Ruiz, & Duarte Ortega, 2011).

Fuente: (Bharathiraja, Yogendran, Ranjith Kumar, Chakravarthy, & Palani, 2014).

BIOTECNOLOGÍA
SECTOR AGRÍCOLA

4.1

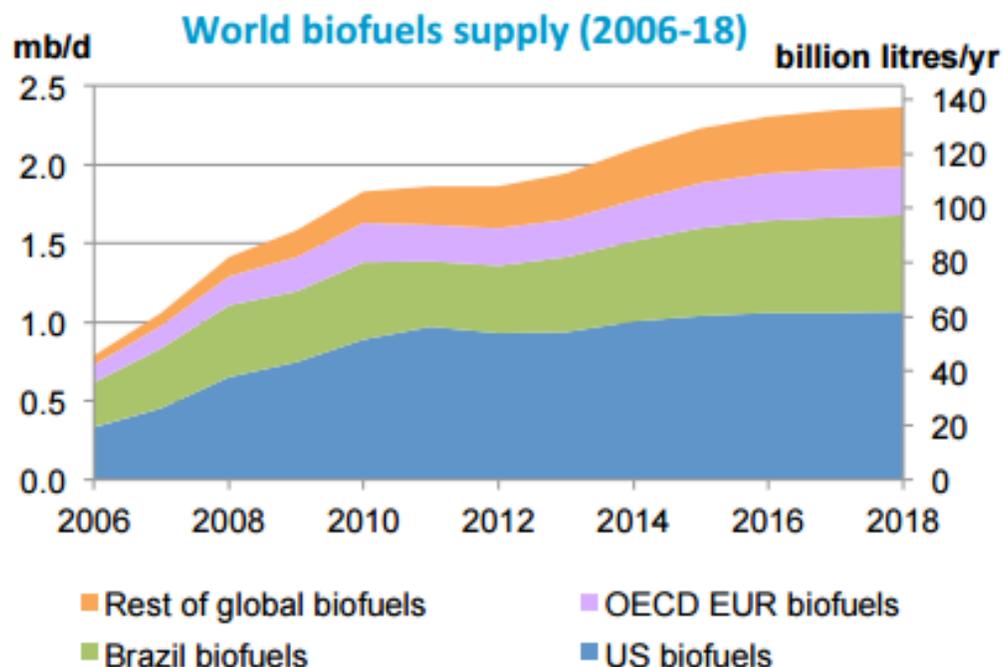
TENDENCIAS DEL MERCADO: ENERGÍA A PARTIR DE BIOMASA RESIDUAL - BIOCOMBUSTIBLES

En este capítulo se evidencian aspectos claves del mercado global y nacional, haciendo énfasis en el comportamiento comercial a nivel de productos, servicios y tecnologías disponibles en el mercado y las tendencias de los mismos a nivel de oferta y demanda. Adicionalmente, los principales jugadores del mercado mundial, evidenciando sus productos y aplicaciones que comprueban los resultados de este tipo de desarrollos.



CRECIMIENTO DEL MERCADO

CRECIMIENTO GLOBAL DE LA PRODUCCIÓN A 2018*



La oferta global de biocombustibles alcanzó 110 mil millones de litros en 2012 y se espera que llegue a 135 mil millones para 2018, con un crecimiento de 25%.



Nomenclatura:

Mb/d: Millones de barriles al día

Billon litres(yr): Mil millones de litros al año

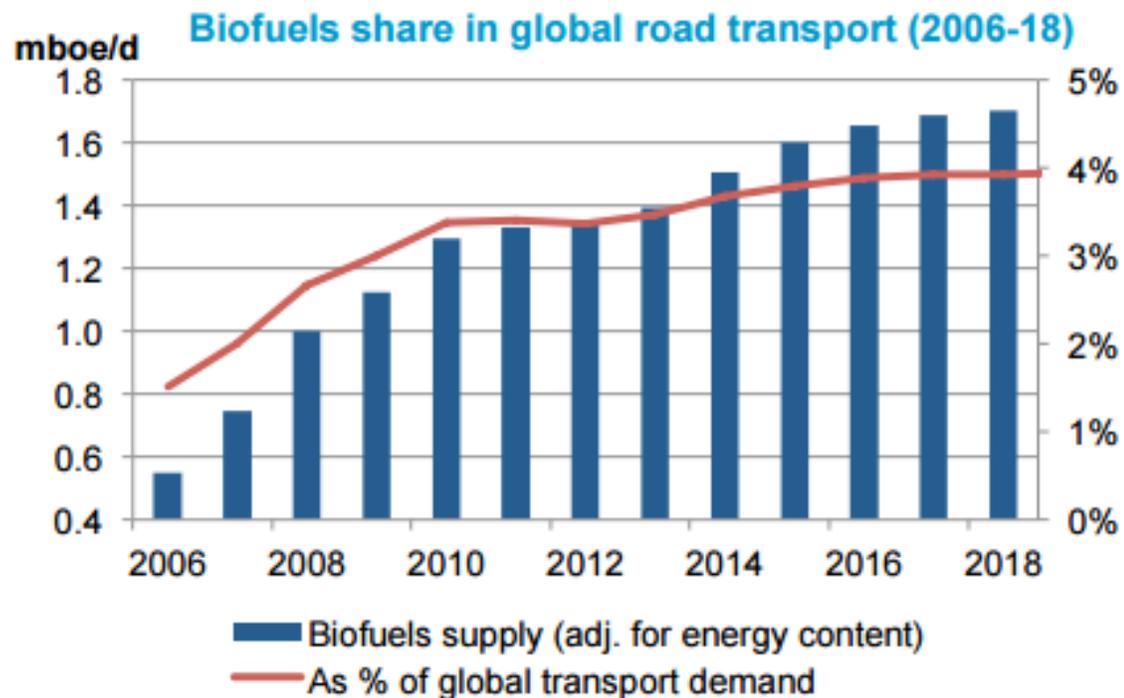
OECD: Organisation for Economic Co-operation and Development

*El mercado global de biocombustibles incluye las cuatro generaciones. Los biocombustibles se pueden clasificar de acuerdo a las tecnologías de producción, de la siguiente forma: **Primera generación:** aquellos producidos a partir de azúcar, almidón y aceites vegetales. **Segunda generación:** son aquellos que utilizan cultivos no comestibles o productos de desecho (biomasa residual) para no desviar su producción y consumo de la cadena alimenticia humana o animal y se busca que utilicen menos agua que los biocombustibles de primera generación. **Tercera generación:** combustible de algas. Los de segunda y tercera generación, son llamados también *biocombustibles avanzados*. **Cuarta generación:** conversión de aceites vegetales y biodiesel en biogasolina utilizando tecnología más avanzada (García Romero & Calderón Etter, 2012; Fatih Demirbas, Balat, & Balat, 2011).

Fuente: (Eisentrautm, 2013).

CRECIMIENTO DEL MERCADO

PARTICIPACIÓN EN EL SECTOR DE TRANSPORTE TERRESTRE A 2018



Los biocombustibles en general proveyeron el 3.5% de la demanda mundial de combustibles para transporte, en el año 2013. Para el 2018, se prevé que llegue a un 4%.

Nomenclatura:

Mboe/d: Millones de barriles de aceite equivalente, al día

Billion litres(yr): Mil millones de litros al año

Fuente: (Eisentrautm, 2013).

CRECIMIENTO DEL MERCADO

DE ACUERDO A LOS COMPROMISOS DEL COP21

Compromisos nacionales voluntarios de reducción de emisiones (CNVRE):

Reducción radical de la demanda mundial de combustibles fósiles, difícil de cuantificar con precisión pero de enorme dimensión.

Participación de un 25% de las fuentes de energía bajas en carbono en la mezcla global de energía, para el año 2030, es decir, incremento del 5%.

Crecimiento anual de las emisiones de GEI asociadas a la energía se abatiría hasta alrededor de 0.5% anual hacia 2030.



Fuente: (Navarrete, 2015).

CRECIMIENTO DEL MERCADO

PRONÓSTICO PARA BIOCOMBUSTIBLES DE SEGUNDA GENERACIÓN 2014-2020



América del Norte lidera la generación de ingresos, ya que cuenta con más 50% de la capacidad instalada a nivel mundial



23,9 mil millones de dólares para 2020



Crecimiento del 49,4% CAGR. Periodo 2014-2020

Fuente: (Allied Market Research, 2014).

DRIVERS



Según Bharathiraja y otros (2014):

- Incremento de la producción de agua residuales por fuentes domésticas, industriales y comerciales.
- Aumento de la población, requisitos de vida, urbanización y desarrollo económico.



- Acumulación de residuos con riesgo potencial para el medio ambiente y la salud humana (Ndegwa & Thompson, 2001).
- Crecimiento económico con altas emisiones de gases de efecto invernadero, crisis global energética y fluctuación del precio del crudo, en mercados mundiales (Government of India Ministry of New & Renewable Energy, 2009).



- Desaprovechamiento de biomasa residual con características fisicoquímicas para satisfacer necesidades energéticas sostenible (García & Rojas, 2006).
- Obtención de energía a través de recursos no renovables (Gunatilake, 2011).

ALGUNOS LÍDERES MUNDIALES



EARTH, WIND &
FIRE TECHNOLOGIES

Earth, wind & fire technologies

Generación de energía a partir de residuos sólidos urbanos y lodos de alcantarillado de aguas residuales. Dentro de su línea se encuentran:

- 1) Conversión de residuos en combustibles líquidos (diésel sintético de alto grado).
- 2) Residuos para la producción de energía (metano para turbinas).

http://ewftech.com/Home_Page.html



BCS®
BIOCONVERSION
SOLUTIONS

BioConversion Solutions (BSC)

Soluciones para producir energía renovable con dos plataformas de procesos tecnológicos patentados:

- 1) Proceso anaeróbico *Advanced Fluidized Co-Digestion & Co-Generation (AFC2)*.
- 2) Proceso aerobio *Advanced Fluidized Composting (AFC)*.

<http://www.bioconversionsolutions.com/about-us/overview/>



Scfi

Smarter Environmental Technologies

Son desarrolladores de la tecnología AquaCritox, con el fin de oxidar compuestos presentes en residuos húmedos para su conversión en subproductos inertes no tóxicos, así como la generación efluentes inoloros.

<http://www.scfi.eu/oil-and-gas/>



GICON®

GICON

Es un grupo empresarial de origen alemán. Adelanta un proyecto en Chigorodó (Antioquia) para convertir los residuos sólidos domiciliarios en Biogás, incluyendo diseños arquitectónicos, estudios de prefactibilidad y de capacidad de generación de residuos.

<http://www.gicon.de/es/firma.html>

PARA TENER EN CUENTA

- **Soporte de las políticas.** Es el mayor *driver* para alcanzar un rápido crecimiento de producción biocombustibles. Más de 20 países en el mundo, cuentan con lineamientos activos sobre biocombustibles (Eisentrautm, 2013).
- **Establecimiento de programas.** Brasil y Estados Unidos, establecieron los primeros programas en 1970/1980. La Unión Europea introdujo por mandato en el 2013, el 5.75% biocombustibles para el transporte del año 2010 y la meta para el 2020 es un 10% de energía renovable (Eisentrautm, 2013).
- **Emisiones de sustancias tóxicas.** Algunas empresas no logran reducirlas por debajo de los límites reglamentarios, en los procesos de transformación del material residual, tales como emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) y otros compuestos orgánicos volátiles (VCOs) y por lo tanto deben cerrar sus operaciones (Villamil Mendoza & Porres Gómez, 2015).



BIOTECNOLOGÍA
SECTOR AGRÍCOLA

4.2

NUEVOS PRODUCTOS Y CADENA DE VALOR: ENERGÍA A PARTIR DE BIOMASA RESIDUAL - BIOCOMBUSTIBLES

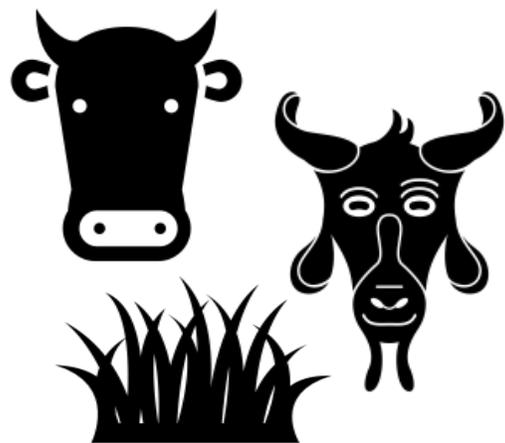
En este capítulo se presentan los nuevos productos y que incursionan en el mercado y la cadena de valor, haciendo énfasis en sus características diferenciadoras. Para la selección de los productos innovadores se priorizaron aquellos esfuerzos por hacer sostenibles los sistemas agroalimentarios mediante el cierre de ciclos, en donde la biomasa residual pueda tener un aprovechamiento energético y material, que permita la obtención de biocombustibles y la reincorporación de materia orgánica en el suelo.



PRODUCTOS INNOVADORES

BIOGÁS A PARTIR DE DESECHOS LÁCTICOS Y DE ESTIÉRCOL DE CABRA

Digestión anaerobia para la obtención de *biogás a partir de desechos lácticos y estiércol de cabra - México*



- ✓ Obtención de biogás a partir de residuos lácteos de crema, queso y suero de leche en combinación con estiércol de cabra.
- ✓ Se utilizó un inóculo de bacterias metanogénicas obtenido a partir de una predigestión de estiércol de cabra.
- ✓ La temperatura de operación fue de 35 °C, con un pH de 7,0, determinándose el porcentaje de metano en el biogás por medio de cromatografía de gases.
- ✓ Los resultados mostraron que la mayor concentración de metano fue de 82%.

Fuente: (Magaña-Ramírez & Rubio-Núñez, 2011)

PRODUCTOS INNOVADORES

RECUPERACIÓN ENERGÉTICA DE VINAZAS

Manejo de vinazas en la producción de alcohol carburante mediante recuperación energética y material en la planta de Frontino-Antioquia



- ✓ Diseño, construcción y escalado de un sistema de digestión anaerobia de tres biorreactores híbridos UASB-FILTRO AEROBIO-UASB, lo que permite una especialización microbiana que incrementa significativamente los rendimientos del proceso.
- ✓ Los lodos generados serán estabilizados aerobiamente hasta formular un fertilizante orgánico con aplicación en la cañicultura.
- ✓ Recuperación de la fracción orgánica presente mediante el sistema de secado por aspersion (*Spray dryer*) que empleará el biogás producido en la fase anaerobia como combustible.
- ✓ La vinaza concentrada se empleará como base para la formulación de fertilizantes órgano-minerales.

Fuente: (Universidad de Antioquia, 2011)

PRODUCTOS INNOVADORES

FERTILIZANTES A PARTIR DE BIOMASA RESIDUAL

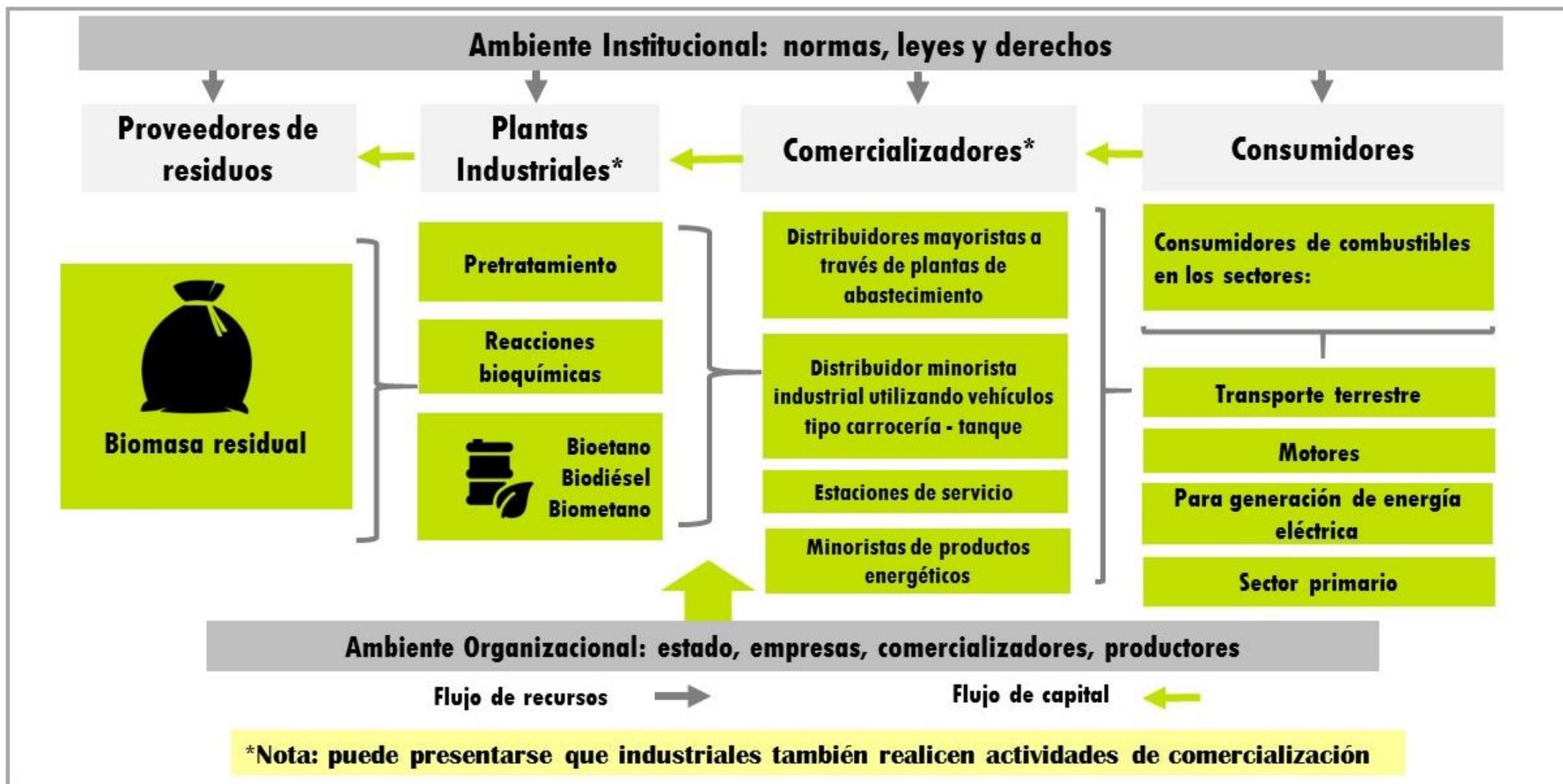
- **Fertilizantes o abonos** según criterio de competencia como acondicionador orgánico de suelos bajo la norma NTC-5167 - Área Metropolitana de Medellín



- ✓ Recuperación de biosólidos de la planta de San Fernando y de residuos sólidos orgánicos de la Central Mayorista de Antioquia.
- ✓ Caracterización de los biosólidos y residuos orgánicos.
- ✓ Evaluar la biodegradabilidad del sustrato (con y sin pretratamiento).
- ✓ Caracterización del producto final (fermentación seca, lodos y lixiviados).
- ✓ Identificar la viabilidad de mezclar los residuos de la fermentación seca con los biosólidos de San Fernando.
- ✓ Identificar la mejor proporción para esta mezcla de acondicionador orgánico de suelos bajo la norma NTC-5167.

Fuente: (Universidad de Antioquia, 2012)

CADENA DE VALOR



BIOTECNOLOGÍA
SECTOR AGRÍCOLA

4.3

TENDENCIAS TECNOLÓGICAS: ENERGÍA A PARTIR DE BIOMASA RESIDUAL - BIOCOMBUSTIBLES

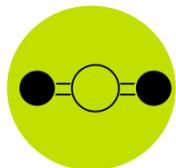
En este capítulo se evidencia el comportamiento científico y tecnológico a nivel mundial, las tendencias, tecnologías emergentes y el nivel de madurez de los hallazgos; además, las principales instituciones líderes que pueden apoyar cada área de oportunidad desde el ámbito científico y tecnológico.



TENDENCIAS TECNOLÓGICAS



- **Nuevos métodos de transformación de lípidos.** Con el fin de tratar lípidos con altas cantidades de ácidos grasos libres o impurezas utilizando calor en lugar de la catálisis (Kwon, Kim, Jeon, & Yi, 2012).



- **Aumento del rendimiento de biodiesel con dióxido de carbono.** Investigadores han adicionado CO2, con el fin de mejorar el rendimiento de la producción, alcanzando el 98% de la conversión de lodos en biodiesel (Kwon, Kim, Jeon, & Yi, 2012).



- **Biohidrógeno.** Es un biogas que tiene cada vez mayor atención como biocombustible para el futuro, ya que puede ser utilizado directamente en células de combustible para generar electricidad (Bharathiraja et al., 2014).

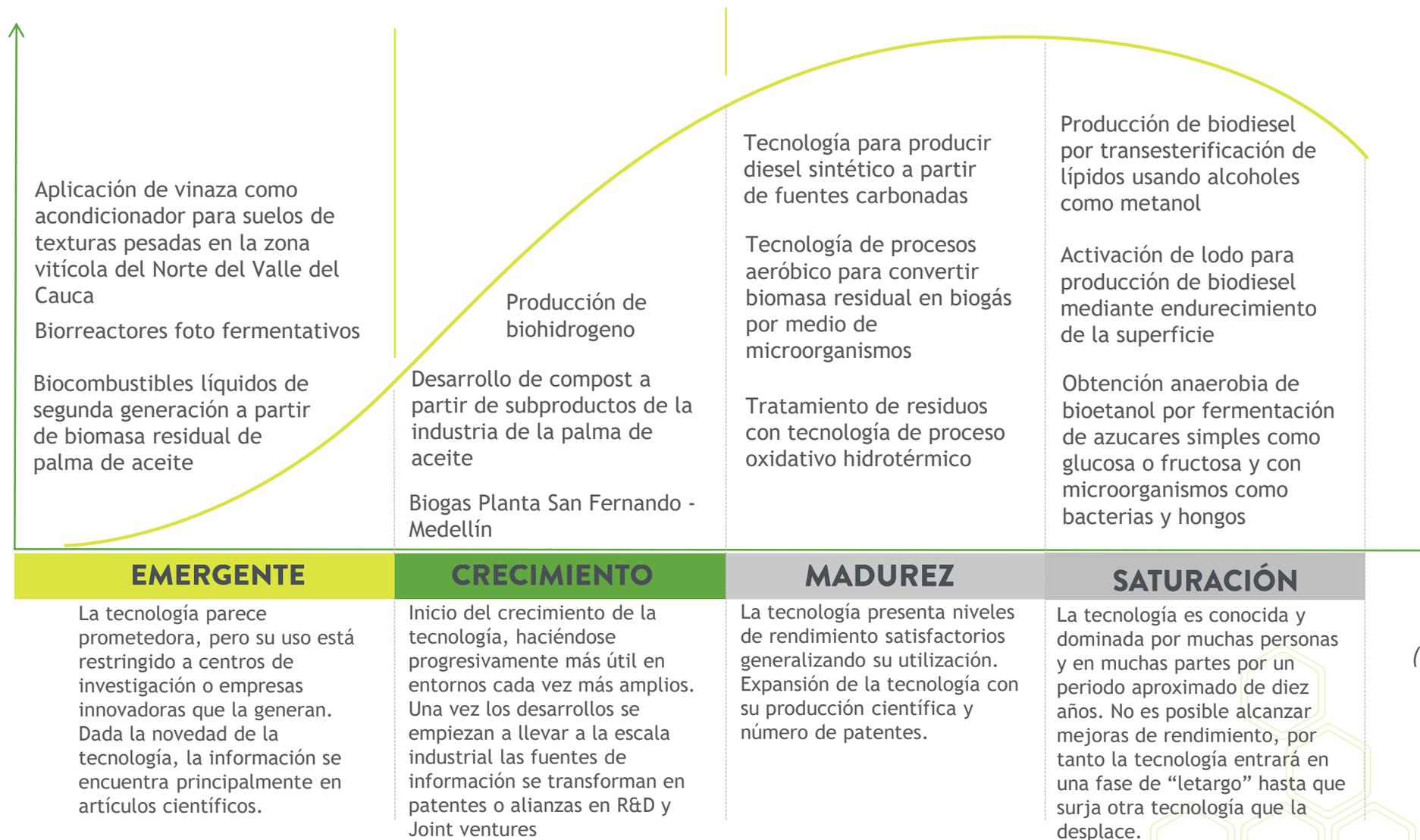


- **Biorreactores foto fermentativos.** Con este tipo de biorreactores oscuros, la tecnología de fermentación híbrida podría ser una de las vías más prometedoras para la mejora de los rendimientos de producción de biogases (Karthic & Shiny, 2012).



- **Uso de microorganismos genéticamente modificados y recombinantes.** Tales como *Escherichia coli* y *Saccharomyces sp.*, para aumentar el rendimiento de procesos fermentativos para producción de etanol como biocombustible (Jang et al., 2011).

NIVEL DE MADUREZ



Fuente: Elaboración propia con base en (Barbosa 2013; Bharathiraja y otros 2014; García & Rojas, 2006; Osorio Flórez, 2013; Pyper, 2011; Restrepo Velásquez, 2014)

ALGUNOS LÍDERES TECNOLÓGICOS - MUNDIALES



EARTH, WIND &
FIRE TECHNOLOGIES

AquaCritox



Scfi
SMARTER
ENVIRONMENTAL
TECHNOLOGIES

MicroFuel W2E process



BCS[®]
BIOCONVERSION
SOLUTIONS

*Advanced Fluidized Co-Digestion & Co-
Generation - (AFC2)*



GICON[®]

*Tecnología de biogás para el
aprovechamiento de residuos orgánicos*

ALGUNOS LÍDERES TECNOLÓGICOS - COLOMBIA

Maizena, Sulco,
Sucromiles,
Ingenio
Providencia,
ICA, Ceniua,
Universidad
Nacional y otros

Vinaza como agente recuperador de suelos afectados por sodio.

La vinaza es un material líquido resultante de la producción de etanol, ya sea por destilación de la melaza fermentada o de la fermentación directa de los jugos de la caña. Con base en su alto poder electrolítico, su reacción ácida y su acción como activador de la fauna microbiana del suelo, es lógico su uso como enmienda efectiva para la recuperación de suelos afectados por una alta saturación de sodio y/o magnesio intercambiables.

<http://http://www.tecnicana.org>



Aceites Morichal SAS

El proceso de extracción de aceite crudo de palma genera subproductos como son el raquis de palma, fibras, lodos de piscinas de oxidación y cenizas; los cuales canalizados y manejados adecuadamente son una fuente potencial de ingresos para las plantas y resuelven un problema ambiental de disposición de los mismos. Además, se garantiza la sostenibilidad del negocio empleando este compost avalado ante la autoridad ambiental como una buena practica.

<http://www.cenipalma.org/>

Fuente: elaboración propia con base en (Barbosa, 2013; García & Rojas, 2006)

ALGUNOS LÍDERES TECNOLÓGICOS - COLOMBIA*



Jardín Botánico de Bogotá

Desarrolla un proyecto apoyado por el Programa de Energía Limpia para Colombia de la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), la cual entregó dos plantas gasificadoras que convierten los residuos orgánicos en energía. El jardín produce cerca de 240 toneladas al día de troncos, ramas y desechos de poda, las cuales se desperdician y se arrojan en algunos casos en el relleno Doña Juana.

<http://www.eltiempo.com>



Empresas Públicas de Medellín - Epm

En la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Fernando, se produce biogás mediante procesos de biodigestión para transformar la materia orgánica en biogás. El resultado de la fermentación es metano y fertilizantes ricos en nitrógeno, fósforo y potasio. Contemplan además, elaborar compost e incineración controlada para la producción de vapor que impulse turbinas.

<http://www.eltiempo.com>

<http://www.portafolio.co>

ALGUNOS LÍDERES TECNOLÓGICOS - COLOMBIA*



Jardín Botánico
Universidad de
Caldas y
Asociación de
Recicladores

Elaboración de compost en Manizales a partir de residuos orgánicos urbanos

En 1995 se realizó un ensayo demostrativo con el objetivo de obtener compost con base en residuos urbanos bajo las condiciones climáticas locales; en dicho experimento se aplicó la técnica de biodegradación natural bajo la forma de remoción de dunas.

<http://uniciencia.ambientalex.info/infoCT/Aprressolorgco.pdf>



EVAS - ENVIAMBIENTALES S.A.

Esta planta de 13.22237 Ton/mes de residuos sólidos, ubicada en Envigado - Antioquia, aprovechan 584 Ton/mes de residuos sólidos orgánicos urbanos por medio del proceso de **compostaje**, con tiempos de maduración entre 90 y 120 días y un promedio de 79 días.

<http://uniciencia.ambientalex.info/infoCT/Aprressolorgco.pdf>

ALGUNOS LÍDERES TECNOLÓGICOS - COLOMBIA*



Grupo Interdisciplinario de Estudios Moleculares Universidad de Antioquia

- Evaluación de los residuos orgánicos del oriente antioqueño para la producción de fertilizantes mineral-orgánicos y la recuperación energética.
- Evaluación de los riesgos agronómico, ambiental y sanitario derivados de la aplicación directa de biosólidos* para el cultivo de pastos en un agrosistema de vocación lechera del norte de Antioquia.
- Ventajas del uso de los residuos sólidos urbanos generados en los corregimientos de Medellín en la producción de abonos y riesgos asociados al contenido de metales pesados y su posible transferencia trófica.
- Formulación de enmiendas y fertilizantes orgánicos y orgánico - mineral a partir de los biosólidos de la PTAR San Fernando como opción de negocio.



Fuente:(Universidad de Antioquia, 2016)

*Se define biosólido como el producto resultante de la estabilización de la fracción orgánica de los lodos generados en el tratamiento de aguas residuales municipales, con características físicas, químicas y microbiológicas que permiten su uso. No son biosólidos las escorias y cenizas producto de la oxidación o reducción térmica de lodos, así como los residuos que se retiran de los equipos e instalaciones de la fase preliminar del tratamiento de aguas residuales, ni los provenientes de dragados o de limpieza de sumideros (Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, 2014).

PARA TENER EN CUENTA

- **Caracterización de muestras.** Oportunidad para avanzar en análisis de fracciones de lípidos y azúcares, relación de carbono - nitrógeno, carga orgánica, entre otras, para conseguir la comprensión general de la conversión de biomasa residual en biocombustible (Stephen et al., 2007).
- **Nuevas aplicaciones.** Debido a las grandes cantidades generadas de Vinaza, se empezó a investigar en pro del aprovechamiento de sus propiedades fisicoquímicas por distintas empresas pioneras, en su gran mayoría dirigidos a explorar su uso como fertilizante (García & Rojas, 2006).
- **Desarrollo de compost.** Su producción a partir de subproductos de la industria de la palma es una solución definitiva para resolver un problema ambiental y generar ingresos adicionales a la planta (Barbosa, 2013).



BIOTECNOLOGÍA
SECTOR AGRÍCOLA

4.4

RETOS: ENERGÍA A PARTIR DE BIOMASA RESIDUAL - BIOCOMBUSTIBLES

En este capítulo se presentan los retos del mercado que afrontan el sector de energía a partir de biomasa residual.



RETOS DEL MERCADO



Económico

- Hacer los procesos de biocombustibles más viable económicamente (Government of India Ministry of New & Renewable Energy, 2009).
- Buscar un crecimiento económico sostenible con baja emisión de gases de efecto invernadero (Gunatilake, 2011).
- En Colombia este sector no es subsidiado, lo que no representa una debilidad frente a otros países. Por lo contrario, sería una industria sólida si llegara a desarrollarse.



Social

Según Bharathiraja y otros (2014):

Crear nuevas oportunidades económicas para la población de zonas rurales en países importadores de crudo y en vía de desarrollo.



Tecnológico

- Mayor eficiencia y/o nuevos procesos de extracción y de eliminación de impurezas en los lípidos para la producción de biodiésel (Kwon, Kim, Jeon, & Yi, 2012).
- Mejorar tecnologías de digestores y rendimientos (Surendra, Devin, Hashimoto, & Kumar Khana, 2014).
- Desarrollo de cepas con mayor capacidad para la producción de bioetanol (Jang et al., 2011).



Político

De acuerdo a (Eisentraut, 2013):

- Articulación con las políticas de desarrollo rural y agrícola.
- Seguridad energética y reducción en la importación de barriles de crudo.
- Cumplir con las políticas de protección al medio ambiente.

RED DE ACTORES



Compañías
del sector

- Compañías que hacen uso de biomasa residual para obtener biocombustibles como bioetanol, biogas-biometano, biodiesel (Demirbas, 2008).
- Ofrecen en el mercado, fuentes energéticas de fuentes renovables, promoviendo un desarrollo sostenible (Bharathiraja et al., 2014).
- Empresas en Colombia pueden reducir impuesto de hasta el 50% y eximir IVA y aranceles con proyectos de energía renovables (COLCIENCIAS, 2016).



Universidades y centros
de Investigación

- Desarrollo bases científicas y técnicas para una producción sostenible de biocombustibles a partir de material residual (James Worth Bagley, 2016).
- Líneas de investigación en temáticas como digestión anaerobia de residuos orgánicos, explotación de biomasa ricas en lípidos y las matrices de desechos, entre otras (Bertin et al., 2013).



Gobierno

- Prevención y control de problemáticas por el incremento del volumen de biomasa residual (Ndegwa & Thompson, 2001).
- Búsqueda de energías alternativas de fuentes a partir de fuentes no convencionales, con impactos socioeconómicos (Government of India Ministry of New & Renewable Energy, 2009).
- Impulso del Gobierno Colombiano con la Ley 1715 de 2014 para promover el uso de energía alternativas en donde se ubica la biomasa residual (COLCIENCIAS, 2016).

NECESIDADES QUE SE BUSCAN SOLUCIONAR



Compañías
del sector

- Dependencia en la importación de combustibles fósiles y proveer soluciones energéticas ambientalmente amigables (Government of India Ministry of New & Renewable Energy, 2009).
- Nuevas oportunidades y beneficios económicos (Wang, 2008).
- Aprovechar residuos sólidos para darles un mejor uso o cerrar su ciclo de vida (Restrepo, 2009).



Universidades y centros
de Investigación

- Vacíos de información sobre caracterizaciones fisicoquímicas de muestras de material residual (Bharathiraja et al., 2014).
- Búsqueda para disminuir y reutilizar residuos, desarrollo de tecnologías limpias y buenas prácticas, para el Departamento de Antioquia (Benavides Tarapues & Vásquez Marín, 2014).



Gobierno

- Evitar acumulación de residuos en ciudades y zonas rurales, así como emergencias medio ambientales y de salud pública (Ndegwa & Thompson, 2001).
- Reducción de los gases de efecto de invernadero (Wang, 2008).
- Ausencia de un marco de apoyo para la gestión ambiental (Benavides Tarapues & Vásquez Marín, 2014).

PARA TENER EN CUENTA

- **Oportunidad.** Para explotar los compuestos presentes en biomasa residual para la generación de energía renovable, permitiendo nuevas oportunidades para un crecimiento económico sostenible que permita dar solución a la acumulación de residuos de la ciudad.
- **Tecnologías de bioprocesos y métodos de integración.** Con el fin de reducir los costos de fabricación y de este modo obtener una producción de combustible económica que permita impulsar la energía renovable (Bharathiraja et al., 2014).
- **Biocombustibles líquidos de segunda generación.** Son posiblemente la apuesta más promisoría de la biomasa de palma de aceite. Se esperan noticias positivas alrededor de la implementación eficiente de las tecnologías en un futuro cercano (Osorio Flórez, 2013).
- **Construcción y el funcionamiento de plantas de biogás.** Se observa una evolución estructural positiva en las zonas rurales, lo cual genera puestos de trabajo. En el año 2010, el sector alemán del biogás ofreció puestos de trabajo a unas 30.000 personas y generó ventas cercanas a 4.700 millones de euros (Restrepo Velásquez, 2014).



5

RECOMENDACIONES: ALERTA MERCADO BIOTECNOLOGÍA SECTOR AGRÍCOLA

BIOTECNOLOGÍA
SECTOR AGRÍCOLA

A continuación se presentan las recomendaciones finales del mercado de biotecnología para el sector agrícola.



CONSIDERACIONES FINALES

Colombia presenta las siguientes particularidades en comparación con otros países gracias a su ubicación en el trópico, régimen de lluvias y alta luminosidad:

Colombia



Por ejemplo, Colombia tiene la capacidad de producción de caña durante todo el año, factor que dinamiza una producción de etanol a lo largo del año, a diferencia de Brasil que produce caña durante 100 días/año. Así como también, Colombia produce estevia 3 veces o más que Paraguay, con atractivas concentraciones de metabolitos con poder edulcorante.

La legislación Colombiana prohíbe la aplicación de vinazas directamente a los suelos, por lo tanto debe haber una modificación tecnológica en miras del cumplimiento de la NTC-5167 y tener el aval para ser aplicada como bioinsumo.



CONSIDERACIONES FINALES

Oportunidad de crecimiento entre un 25-35%, en comparación con el crecimiento global del sector biotecnológico que es del 4% al año. Empresas de este sector con I+D, están siendo compradas por grandes empresas. Adicionalmente, existe diversificación de estas empresas, incursionando en cosméticos y productos farmacéuticos.

Bioinsumos



El tiempo requerido para hacer un desarrollo y llevarlo al mercado es entre 3-5 años, lo que lo constituye una ventana. Es un segmento de mercado en el cual se vienen registrando empresas ante el ICA significativamente, 71 empresas para el año 2008), 111 empresas en el 2011 y 168 hasta febrero de 2016 (Zambrano & Otálora, 2008; Zambrano y otros, 2015; ICA, 2016).

El marco normativo debe trabajar por la superación de las dificultades para la operación del sistema de acceso a recursos genéticos y biológicos, así, como es importante para el sector apalancar los desarrollos tecnológicos de centros y grupos de investigación, que a lo sumo el 1% tiene utilidad comercial (Chaparro, Ávila, & Blanco, 2010).

CONSIDERACIONES FINALES

Biomasa residual



Los sectores de la economía con mayor producción de biomasa residual y su relación con el aprovechamiento energético y material, en orden de mayor a menor es: avicultura, porcicultura, ganadería, residuos sólidos urbano, residuos agrícolas (café y banano).

Alemania focalizó un esfuerzo subsidiado para la producción de biogás priorizando la facilidad de requerimientos tecnológicos, logrando puestos de liderazgo mundial en el desarrollo de biogás.

En Colombia se está desaprovechando biomasa residual para fines materiales y energéticos, como es el caso del relleno sanitario de Pradera (Antioquia), con producciones de 4100 metros cúbicos/hora de biogás, cuyo potencial se compara con el de una termoeléctrica y contrariamente al beneficio que se podría obtener, se libera a la atmosfera causando daño de efecto invernadero y perjudicando los compromisos ambientales de Colombia en el COP 21.

El reúso de esta biomasa es estratégico para la ciudad de Medellín, ya que de sus 4500 toneladas/día de residuos de locales, el 60% es materia orgánica con un gigante potencial de producción de biogás por su alta biodegradabilidad.

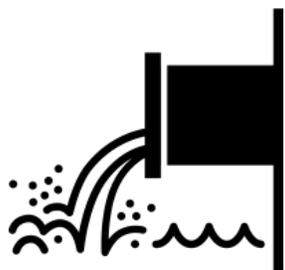
CONSIDERACIONES FINALES

Residuos Orgánicos



En Colombia las centrales de abasto y las industrias agroalimentarias generan una gran cantidad de residuos sólidos vegetales con alta concentración de materia orgánica. En la Central Mayorista de Antioquia, se generan diariamente 45.2 metros cúbicos de residuos de origen vegetal entre frutas y verduras, que pueden tener un gran potencial para ser usados en la industria (González Álvarez, 2013). Se ha identificado viabilidad para mezclar biosólidos con residuos sólidos orgánicos para el desarrollo de fertilizantes para acondicionar suelos (Universidad de Antioquia, 2012).

Biosólidos



En Colombia, se estima una producción diaria de 274 toneladas de biosólidos, provenientes de diversas plantas de tratamiento de agua residual y su tratamiento representa alrededor del 50% del costo del proceso. Desde el punto de vista físico-química, tiene un gran potencial para ser usado como abono o enmienda orgánica, y debe ajustarse a las indicaciones de la norma 40 CFR parte 503 de la EPA o debe ser sometido a procesos adicionales antes de ser aplicado en suelos y de esta forma cumplir con lo establecido en la NTC 5167 (Bedoya Urrego, Acevedo Ruíz, Peláez Jaramillo, & Agudelo López, 2013).

CONSIDERACIONES FINALES

Efecto Sinergia



Experiencia previas han permitido identificar que la codigestión de biosólidos y materia orgánica residual de centrales de abasto, lleva a un incremento de la producción de biogás y a obtener un rendimiento superior al que se lograría individualmente. Por lo tanto, es importante que se activen proyectos I+D+i y alianzas entre los actores, con una mirada integradora y que desemboque en un eficiente aprovechamiento energético de la biomasa residual de la ciudad y el departamento.

Las dos tendencias priorizadas convergen en que uno de los graves problemas de los agroecosistemas del país es la carencia de materia orgánica de sus suelos, debido al modelo de tradicional de los programas de fertilización que derivan en la ausencia de aplicación de materia orgánica.

En el transcurso de los 50 años, en el país se ha agotado en algunos casos cerca del 70-80%, como en Urabá (pasando del 2% al 0,5% de materia orgánica, en los años 1950-2000). La problemática se agudiza cuando a los suelos degradados se aplican bioinsumos, como por ejemplo microorganismos y su acción se ve obstaculizadas por la carencia de materia orgánica.

CONSIDERACIONES FINALES

Cierre de Ciclos



Por lo tanto al tener un enfoque sostenible, debe de haber una integración entre las dos tendencias, ya que los biofertilizantes deben estar asociados a la bioenergía proveniente de biomasa residual y a su vez, la biomasa residual se puede convertir en biofertilizante, de ahí la necesidad inminente de cerrar los ciclos para el alcance de sostenibilidad y del cumplimiento de reducción de los impactos ambientales del COP21.

Líneas de Crédito



Para incentivar el uso de las energías renovables no convencionales en Colombia, el gobierno nacional, a través de entidades del Estado, tiene varias líneas crediticias con este fin. Según los criterios establecidos por Bancóldex, con estos recursos se respaldan, entre otros, los planes de generación de energía eléctrica o térmica que vayan a adelantar las compañías, a partir de fuentes renovables como biomasa, solar y eólica (Portafolio, 2015).

CONSIDERACIONES FINALES

Continuidad proyectos CT+i



Es importante que exista continuidad en los proyectos de CT+i, ya que el desarrollo y comercialización de nuevos productos y tecnologías, demandan un tiempo significativo para alcanzar su madurez.



ANEXO. DRIVERS - COSTOS DE PRODUCCIÓN INSUMOS AGRO

Cultivo	*Área cultivada Colombia 2014 - ha	*Área cultivada Antioquia 2014 - ha	*Producción Colombia 2014 - ton	**Costos de Producción	
				Insumos (%)	Mano Obra (%)
Café	795.563,19	110.115,86	728.400,00	12,4 - 27,2	70 - 87,6
Arroz	432.168,02	14.650,32	2.113.936,01	54 - 87	9 - 21
Maíz tradicional	431.153,40	30.611,20	651.598,69	61 - 83	3 - 34
Palma Aceite	400.193,59	961,00	1.278.125,53	23 - 59,2	30,3 - 71
Plátano	393.479,73	41.365,85	3.344.882,01	36,6 - 48,3	51,4 - 63,5
Yuca	218.931,84	8.847,50	2.283.223,12	***24,56%	***32,08%

Nota: Los insumos incluyen aquellos relacionados a las actividades de labores de cultivo, fertilización, control de malezas, control de plagas, control de enfermedades, cosecha, otras labores.

*Fuente: Elaboración propia con base en *(AGRONET, 2014; **Escobar et al., 2012; ***Jaramillo Jaramillo, Castrillón Suarez, & Gallego Botero, 2011; Zambrano, 1991)*

ANEXO. DRIVERS - COSTOS DE PRODUCCIÓN INSUMOS AGRO

Cultivo	*Área cultivada Colombia 2014 - ha	*Área cultivada Antioquia 2014 - ha	*Producción Colombia 2014 - ton	**Costos de Producción	
				Insumos (%)	Mano Obra (%)
Caña Panela 1a	217.462,05	38.904,70	1.388.553,83	I.L.	I.L.
Caña Azúcar 1b	216.677,00	N.R.	24.696.493,47	I.L.	I.L.
Cacao	157.246,06	13.806,00	84.288,76	23 - 34	66 - 77
Papa	144.177,34	7.065,00	2.758.741,62	64,0 - 81,1	16,7 - 37,9

I.L.: Información limitada

1a: Siembra: 21.35%, Prácticas culturales 17.31%, Cosecha: 61.34% (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2006) citado por Barajas Padilla (2012).

1b: Actividades de preparación y adecuación de tierras: 25 y el 30 %. Actividades, que van de la siembra al corte y la recolección de la cosecha: 65 - 70 % (Escobar et al., 2012).

Fuente: Elaboración propia con base en *(AGRONET, 2014; **Escobar et al., 2012).

ANEXO. DRIVERS - COSTOS DE PRODUCCIÓN INSUMOS AGRO

*Cultivo	*Área cultivada Colombia 2014 - ha	*Área cultivada Antioquia 2014 - ha	*Producción Colombia 2014 - ton	**Costos de Producción	
				Insumos (%)	Mano Obra (%)
Banano exportación	47.986,70	33.711,70	1.759.989,10	***18,6	***24,65
Banano	31.660,92	1.219,50	308.127,94	***18,6	***24,65
Plátano exportación	15.742,36	14.820,36	129.100,08	36,6 - 48,3	51,4 - 63,5
Pastos y forrajes	****20.336,865	I.L.	I.L.	I.L.	I.L.
Hortalizas varias	4.850,40	198	60.234,40	I.L.	I.L.
Flores y Follajes	442,32	23	5.038,66	16,3 - 22,6	77,4 - 83,7

I.L.: Información limitada

*Fuente: Elaboración propia con base en (*AGRONET, 2014; **Escobar et al., 2012; ****DANE, 2015; ***San Diego S.A.,2007)*

REFERENCIAS

- Agencia Alemana de Energía. (2015). GICON - Grossmann Ingenieur Consult GmbH. Retrieved July 18, 2016, from <http://www.renewables-made-in-germany.com/es/renewables-made-in-germany/tecnologias/biogas/biogas/empresas/u/detail/FrontendCompany/121.html>
- Adiprasetyo, T., Purnomo, B., Handajaningsih, M., & Hidayat. (2014). The Usage of BIOM3G-Biofertilizer to Improve and Support Sustainability of Land System of Independent Oil Palm Smallholders. *International Journal on Advanced Science Engineering*, 4(5), 43-46.
- Alcaldía Chigorodó - Antioquia. (2015). Biogás Carburante Ecológico. Retrieved July 18, 2016, from <http://www.chigorodo-antioquia.gov.co/index.shtml?apc=l-xx-1-&x=3037236>
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2013). Biolatam 2013. El evento sobre biotecnología más importante de la región. Retrieved July 28, 2016, from <http://www.desarrolloeconomico.gov.co/sala-de-prensa/noticias-principales/1507-biotecnologia-la-gran-apuesta-de-bogota-y-cundinamarca>
- Allied Market Research. (2014). Global Second Generation Biofuels—Size, Industry Analysis, Trends, Opportunities, Growth and Forecast, 2013-2020. Retrieved June 20, 2016, from <http://www.biodieselmagazine.com/articles/263440/global-advanced-biofuel-market-to-reach-24-billion-by-2020>.
- AGRONET. (2014). Estadísticas Agrícola. Área, producción, rendimiento y participación. Retrieved May 16, 2016, from <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>.
- Barajas Padilla, R. Y. (2012). Análisis de la competitividad de la industria panelera en el municipio de mogotes departamento de Santander. Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD. Retrieved from [http://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/1119/1/TRABAJO_DE_GRADO_RUBY_BARAJAS \(2\).pdf](http://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/1119/1/TRABAJO_DE_GRADO_RUBY_BARAJAS%20(2).pdf)
- Barbosa, J. M. (2013). Experiencias en la producción de compost como solución ambiental y sus costos para una planta extractora. In *XI Reunión Técnica Nacional de Palma de Aceite* (p. 25). Cenipalma. From http://www.cenipalma.org/sites/default/files/files/Cenipalma/14Experienciasproduccioncompostsdolucionambientalplantaextractora_opta.pdf
- Bedoya Urrego, K., Acevedo Ruíz, J. M., Peláez Jaramillo, C. A., & Agudelo López, S. del P. (2013). Caracterización de biosólidos generados en la planta de tratamiento de agua residual San Fernando, Itagüí (Antioquia, Colombia). *Salud Pública*, 15(5), 778-790.
- Benavides Tarapues, E. N., & Vásquez Marín, L. A. (2014). Análisis del aprovechamiento de los residuos sólidos en la ciudad de medellín. From http://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/jspui/bitstream/10819/2708/1/Analisis_Aprovechamiento_Residuos_Benavides_2014.pdf
- Bharathiraja, B., Yogendran, D., Ranjith Kumar, R., Chakravarthy, M., & Palani, S. (2014). Biofuels from sewage sludge-A review. *International Journal of ChemTech Research*, 6(9), 974-4290.

REFERENCIAS

- Bhattacharyya, P., & Jha, D. (2012). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) emergence in agricultura. *World. J. Microb. Biot.*, 28, 1327-1350.
- Bhattacharjee, R., & Dey, U. (2014). Biofertilizer, a way towards organic agriculture: A review. *African Journal of Microbiology Research*, 8(24), 2332-2342.
- Bertin, L., Fava, F., Frascari, D., Paglianti, A., Pinelli, D., Raddadi, N., & Zanaroli, G. (2013). Biofuel production from biomasses, municipal solid waste and sewage sludge. Retrieved June 23, 2016, from <http://www.dicam.unibo.it/en/resources/files/biofuel-production-from-biomasses-and-contaminated-organic-matrices>
- Biomax Biocombustibles S.A. (2013). Estatutos de Biomax Biocombustibles S.A. Retrieved from https://www.biomax.co/wp-content/uploads/pdf/estatutos_reglamentos/estatutos_biomax_septiembre_23_2013.pdf
- Bonilla Arboleda, J. P., Peinado Solano, J. E., Urdaneta Romero, M. A., & Carrascal Gómez, E. (2000). *Informe nacional sobre el uso y manejo de plaguicidas en Colombia, Tendiente a identificar y proponer alternativas para reducir el escurrimiento de plaguicidas al mar Caribe*. Bogotá D.C
- Bueno, J., Coy, E., & Stashenko, E. (2011). Antimycobacterial natural products - an opportunity for the Colombian biodiversity. *Revista Española de Quimioterapia*, 24(4), 175-183.
- Cabrera, J., & López, C. (2008). Enfrentando los problemas de acceso: protegiendo las fuentes, mientras que se brinda certeza a los usuarios. UICN Serie de Política y Derecho Ambiental, No. 67/1.
- Camargo-Ricalde, S. Montaña, N., De la Rosa, C., & Montaña, S. (2012). Micorrizas: Una gran unión debajo del suelo. *Revista Digital Universitaria*, 13(7), 3-19.
- Calle, J. E. (2014). EPM producirá energía con los residuos sólidos. Retrieved July 13, 2016, from <http://www.portafolio.co/negocios/empresas/epm-producira-energia-residuos-solidos-66842>
- Chaparro Giraldo, A., Cardona Alzate, C. A., Orrego Alzate, C. E., Yepes Rodríguez, F. C., Serna Cock, L., & Ospina Sánchez, S. A. (2012). *Plan Global de Desarrollo 2010-2012 Prospectiva UN - Agendas de Conocimiento. Agenda Biotecnología* (1ra ed.). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Chaparro, G., Ávila, L., & Blanco, J. (2010). Panorama actual sobre acceso a recursos genéticos y biológicos. La investigación sobre recursos biológicos y genéticos en el país: Grupos registrados en Colciencias. Colombia. 31p.

REFERENCIAS

- Chojnacka, K. (2015). Innovative bio-products for agriculture. *Open Chemistry*, 13(1), 932-937. <http://doi.org/10.1515/chem-2015-0111>
- COLCIENCIAS. (2015). *Convocatoria de Proyectos de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación del Sector Agropecuario - Año 2015*. Bogotá.
- COLCIENCIAS. (2016). Ciencia, Tecnología e Innovación. Retrieved July 29, 2016, from http://www.semana.com/especiales/especial_ciencia_tecnologia/#/1/
- DANE. (2015). *Boletín Técnico. Encuesta Nacional Agropecuaria ENA 2014*. Bogotá. From: http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2014/boletin_ena_2014.pdf
- Demirbas, A. (2008). Biofuels sources, biofuel policy, biofuel economy and global biofuel projections. *Energy Conversion and Management*, 49(8), 2106-2116. <http://doi.org/10.1016/j.enconman.2008.02.020>
- Duarte, O., & Velho, L. (2008). Análisis del marco legal en Colombia para la implementación de prácticas de Bioprospección. *Acta Biológica Colombiana*, 13, 103-122.
- Eisentraut, A. (2013). Renewable Energy Medium-Term Market Report 2013. International Energy Agency. From <http://www.iea.org/textbase/npsum/mtrenew2013sum.pdf>
- El Tiempo. (2014). El experimento para que árboles generen energía para bogotá. Bogotá. Retrieved from <http://www.eltiempo.com/bogota/energia-a-partir-de-arboles-/15020398>
- Escalante Hernández, H., Orduz Prada, J., Zapata Lesmes, H. J., Cardona Ruiz, M. C., & Duarte Ortega, M. (2011). Anexo A. Biomasa, fuente renovable de energía. In *Atlas del potencial energético de la biomasa residual en Colombia 2010* (p. 180). Bucaramanga.
- Escobar, D., Castro, F., Cuervo, B., Rodríguez, M., Vargas, J., & Perfetti, J. (2012). Consultoría sobre costos de producción de doce productos agropecuarios. Fedesarrollo e IQuartil. Bogotá. Retrieved July 21, 2015, from http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/public/boletines/COSTOS/IF Costos agropecuarios_2809.pdf.
- Fatih Demirbas, M., Balat, M., & Balat, H. (2011). Biowastes-to-biofuels. *Energy Conversion and Management*, 52(4), 1815-1828. <http://doi.org/10.1016/j.enconman.2010.10.041>
- Fahad, S., Hussain, S., Bano, A., Saud, S., Hassan, S., Shan, D., ... Huang, J. (2015). Potential role of phytohormones and plant growth-promoting rhizobacteria. *Environmental Science and Pollution Research*, 22, 4907-4921

REFERENCIAS

- García Arbeláez, C., Barrera, X., Gómez, R., & Suárez Castaño, R. (2015b). *El ABC de los compromisos de Colombia para la COP21*. (2da ed.). WWF-Colombia. 31 pp.
- García, Á., & Rojas, C. (2006). Posibilidades de Uso de la Vinaza en la Agricultura de Acuerdo con su Modo de Acción en los Suelos. Retrieved July 13, 2016, from http://www.tecnicana.org/pdf/2006/tec_v10_no17_2006_p3-13.pdf
- García Romero, H., & Calderón Etter, L. (2012). Evaluación de la política de Biocombustibles en Colombia. Retrieved July 14, 2016, from <http://www.fedesarrollo.org.co/wp-content/uploads/2011/08/Evaluaci%C3%B3n-de-la-pol%C3%ADtica-de-Biocombustibles-en-Colombia.pdf>
- Graff, G. (2013). The research, development, commercialization, and adoption of drought and stress-tolerant crops. In N. Tuteja & S. . Gill (Eds.), *Crop Improvement Under Adverse Conditions* (pp. 1-33). Springer.
- Government of India Ministry of New & Renewable Energy. (2009). *National Policy on Biofuels*. From: http://mnre.gov.in/file-manager/UserFiles/biofuel_policy.pdf
- Gómez Rodríguez, J. N. (2014). *Agricultura Urbana en América Latina y Colombia: perspectivas y elementos agronómicos diferenciadores*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. From: <http://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/2749/1/15385851.pdf>.
- González Álvarez, D. O. (2013). Aprovechamiento de residuos agroindustriales para la producción de alimentos funcionales: una aproximación desde la nutrición animal. Corporación Universitaria Lasallista. From: <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/handle/10567/1032>.
- Gunatilake, H. (2011). *Financial and Economic Assessment of Biodiesel Production and Use in India* (No. 8). ADB South Asia.
- Gupta, S., & Dikshit, A. . (2010). Biopesticides: An ecofriendly approach for pest control. *Journal of Biopesticides*, 3(1), 186-188.
- Hungria, M., & Vargas. M. (2000). Environmental factors affecting N₂ fixation in grain legumes in the tropics, with an emphasis on Brazil. *Field Crops Research*, 65(2-3), 151-164.
- ICA. (2016). Empresa Bioinsumos Febrero 24 de 2016. Retrieved May 23, 2016, from <http://www.ica.gov.co/Areas/Agrícola/Servicios/Fertilizantes-y-Bioinsumos-Agrícolas/Listado-de-Bioinsumos/2009/EMPRESAS-REGISTRADAS-BIOINSUMOS-JULIO-8-DE-2008.aspx>
- Kadian, N., Yadav, K., & Aggarwal, A. (2013). Significance of bioinoculants in promoting growth, nutrient uptake and yield of *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) "Taub.". *Eur. J. Soil. Biol.*, 58, 66-72.

REFERENCIAS

- Kalaitzandonakes, N., & Magnier, A. (2013). The economics of adventitious presence thresholds in the EU seed market. *Food Policy*, 43, 237-247. <http://doi.org/10.1016/j.foodpol.2013.09.020>
- Karthic, P., & Shiny, J. (2012). Comparison and Limitations of Bio hydrogen Production Processes. *Res. J. Biotech*, 7.
- Kwon, E., Kim, S., Jeon, Y., & Yi, H. (2012). Biodiesel production from sewage sludge: new paradigm for mining energy from municipal hazardous material. *Environ Sci Technol.*, 46(18), 10222-10228. <http://doi.org/10.1021/es3019435>
- James Worth Bagley. (2016). College of Engineering. Retrieved June 23, 2016, from <http://www.cavs.msstate.edu/bagley/userinformation.php?eid=1257>
- Jang, H. ., Hsu, C. ., Chang, K. ., Lai, M. ., Chang, T. ., & Chang, Y. H. (2011). Pretreatment and hydrolysis of cellulosic agricultural wastes with a cellulase-producing *Streptomyces* for bioethanol production. *Biomass and Bioenergy*, 35, 1878-1884.
- Jaramillo Jaramillo, M., Castrillón Suarez, A., & Gallego Botero, J. B. (2011). *Diseño de estrategias para impulsar el cultivo masivo y tecnificado de la yuca en colombia como producto sustituto del maíz en la elaboración de alimentos balanceados para la industria pecuaria*. Corporación Universitaria Lasallista. From: <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/622/1/Dise%C3%B1o%20de%20estrategias%20para%20impulsar%20el%20cultivo%20masivo%20y%20tecnificado%20de%20la%20yuca.pdf>.
- Jaramillo Henao, G., & Zapata Márquez, L. M. (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*. Universidad de Antioquia. From: <http://uniciencia.ambientalex.info/infoCT/Aprressolorgco.pdf>
- Leake, J., Johnson, D., Donnelly, D., Muckle, G., Boddy, L., & Read, D. (2004). Networks of power and influence: the role of mycorrhizal mycelium in controlling plant communities and agroecosystem functioning. *Canadian Journal of Botany*, 82(8), 1016-1045.
- Lobo, M. (2008). Importancia de los recursos genéticos de la agrobiodiversidad en el desarrollo de sistemas de producción sostenibles. *Ciencia Y Tecnología Agropecuaria*, 9(2), 19-30. From: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449945025002>.
- Magaña-Ramírez, J., & Rubio-Núñez, R. (2011). Tratamiento anaerobio de desechos lácticos y estiércol de cabra. *Ingeniería E Investigación*, 31(1), 93-98. From: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092011000100010
- Markets and Markets. (2012). Seeds Market worth \$85.2 Billion By 2018. Retrieved May 24, 2016, from <http://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/seeds.asp>

REFERENCIAS

- Marufuzzaman, M., Eksioğlu, S. D., & Huang, Y. (2014). Two-stage stochastic programming supply chain model for biodiesel production via wastewater treatment. *Computers & Operations Research*, 49, 1-17.
- Mazid, M., & Khan, T. A. (2014). Future of Bio-fertilizers in Indian Agriculture : An Overview. *International Journal of Agricultural and Food Research*, 3(3), 10-23.
- Mia, M., Shamsuddin, Z., & Mahmood, M. (2010). Use of plant growth promoting bacteria in banana: a new insight for sustainable banana production. *International Journal of Agricultural and Biological*, 12, 459-467.
- Mia, M., Shamsuddin, Z., Zakaria, W., & Marziah, M. (2007). Associative nitrogen fixation by *Azospirillum* and *Bacillus spp.* in bananas. *Infomusa*, 16, 11-15.
- Ministerio de la protección Social. (2011). Resolución Número 333 de 2011. Colombia. From: https://www.redjurista.com/documents/r_mps_0333_2011.aspx.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2006). *El sector panelero colombiano*. Bogotá. En: Barajas Padilla, R. Y. (2012). Análisis de la competitividad de la industria panelera en el municipio de mogotes departamento de Santander. Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD.
- Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. (2014). Decreto número 1287. “Por el cual se establecen criterios para el uso de los biosólidos generados en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales.” Retrieved July 14, 2016, from [http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Decretos/2014/Documents/JULIO/10/DECRETO 1287 DEL 10 DE JULIO DE 2014.pdf](http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Decretos/2014/Documents/JULIO/10/DECRETO%201287%20DEL%2010%20DE%20JULIO%20DE%202014.pdf)
- Mujica, Y., Mena, A., Medina, A., & Rosales, P. (2014). Tomato (*Solanum lycopersicum L.*) plants response to liquid biofertilization with *Glomus cubense*. *Cultivos Tropicales*, 35(2), 21-26.
- Navarrete, J. E. (2015). Mercado Petrolero Mundial: Hacia la COP21. Retrieved from http://www.pued.unam.mx/archivos/opinion/Mercado_petrolero_Hacia_COP21.pdf
- Ndegwa, P. ., & Thompson, S. . (2001). Integrating composting and vermicomposting in the treatment and bioconversion of biosolids. *Bioresource Technology*, 76, 107-112.
- Nemogá, G. (2010). Biotecnología y el acceso a recursos genéticos. In G. Sánchez & M. Uribe (Eds.), *El desafío de generar tecnología en el siglo XXI. La propiedad intelectual en el devenir histórico de Colombia*. (pp. 181-201). Bogotá: Cátedra Manuel Ancínar.

REFERENCIAS

- The Noun Project. Retrieved July 26, 2016, from <https://thenounproject.com/>.
- OECD. (2015). *OECD Review of Agricultural Policies: Colombia 2015*. OECD Publishing. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1787/9789264227644-en>
- Olson, S. (2015). An analysis of the biopesticide market now and where it is going. Retrieved May 31, 2016, from http://cdn2.hubspot.net/hubfs/86611/An_Analysis_of_the_Biopesticide_Market_Now_and_Where_It_Is_Going.pdf
- Osorio Flórez, C. E. (2013). Uso integral de la biomasa de palma de aceite. *Palmas*, 34(2), 315-323. Retrieved from <http://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/viewFile/10730/10716>
- Perfetti, J., Escobar, D., Castro, F., Cuervo, B., Rodríguez, M., & Vargas, J. (2012). Consultoría Sobre Costos de Producción de doce Productos Agropecuarios. Fedesarrollo e IQartil. Bogotá. Retrieved July 21, 2015, from http://www.agronet.gov.co/www/html3b/public/boletines/COSTOS/IF_Costos_agropecuarios_2809.pdf.
- Portafolio. (2015). En Colombia se están financiando las energías renovables. Retrieved July 18, 2016, from <http://www.portafolio.co/economia/finanzas/colombia-financiando-energias-renovables-38612>
- PROCOLOMBIA. (2015). Colombia: crecimiento, confianza y oportunidades para invertir. Biotecnología. Retrieved July 28, 2016, from http://www.inviertaencolombia.com.co/images/Adjuntos/Inversi%C3%B3n_en_Biotecnolog%C3%ADa_en_Colombia.pdf
- Pyper, J. (2011). Can new waste treatment make energy and profits from sewage Plants. Retrieved June 22, 2016, from <http://www.scientificamerican.com/article/can-new-waste-treatment-make-energy-profits-sewage-plants/>
- Quagliano, Javier. 2009. El ciclo de vida de los plaguicidas organofosforados en los agronegocios para la producción sustentable en la argentina. Citado en: Rojas López, M. D., Vera, M., & Arias, M. I. (2012). Estrategia de CRM en el caso de las empresas colombiana de bioinsumos. *Revista Gestión Y Ambiente*, 15(2), 93-100.
- Ranganathan, J., Vennard, D., Waite, R., Dumas, P., Lipinski, B., & Searchinger, T. (2016). Shifting diets for a sustainable food future. Washington D.C. From: <http://www.wri.org/publication/shifting-diets>
- Ragonnaud, G. (2013). *The EU Seed and Plant Reproductive Material Market in Perspective: A Focus on Companies and Market Shares*. (C. Morvan & L. Pärt, Eds.). Brussels: European Union. From: https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ipz/dateien/studie_des_eu-parlaments_zur_gr%C3%B6%C3%9Fe_der_saatgutfirmen.pdf

REFERENCIAS

- Reserch and Markets. (2014). Global Biofertilizers Market 2015-2019. Retrieved May 24, 2016, from <http://www.technavio.com/report/global-biofertilizers-market-2015-2019>.
- Restrepo Castaño, A. (2009). Análisis de la cadena de producción y comercialización del banano. El caso Colombiano. Zamorano, Honduras. Retrieved from <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/240/1/T2825.pdf>
- Restrepo Velásquez, J. P. (2014). Biogás. Combustible alternativo de gran interés para el sector energético. *Propiedad Pública*.
- Restrepo, J. (2009). *Lineamientos de Gestión Ambiental en la recuperación de residuos sólidos en Medellín*. Universidad de Antioquia. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10495/1305>
- Robertson, G., & Vitousek, P. (2009). Nitrogen in agriculture: Balancing the cost of an essential resource. *Annual Review of Environment and Resources*, 34, 97-125.
- Rojas López, M. D., Vera, M., & Arias, M. I. (2012). Estrategia de CRM en el caso de las empresas colombiana de bioinsumos. *Revista Gestión Y Ambiente*, 15(2), 93-100.
- San Diego S.A. (2007). En: Restrepo Castaño, A. (2009). Análisis de la cadena de producción y comercialización del banano. El caso Colombiano. Zamorano, Honduras. Retrieved from <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/240/1/T2825.pdf>
- Stephen, D., Hernandez, R., French, T., Sparks, D., Zappi, M., & Alley, E. (2007). Extraction of Lipids from Municipal Wastewater Plant Microorganisms for Production of Biodiesel. *J Amer Oil Chem Soc.*, 84, 181-187. <http://doi.org/10.1007/s11746-006-1022-4>
- Spielman, D. J., Kolady, D. E., Cavalieri, A., & Chandrasekhara Rao, N. (2014). The seed and agricultural biotechnology industries in India: An analysis of industry structure, competition, and policy options. *Food Policy*, 45, 88-100.
- Surendra, K. ., Devin, T., Hashimoto, A., & Kumar Khana, S. (2014). Biogas as a sustainable energy source for developing countries: Opportunities and challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 31, 846-859.
- Uribe Galvis, C. P., Sarmiento Moreno, L. F., Bochno Hernández, Elzbieta Andrade Benitez, Gladys Sánchez Rojas, M. R., & Hernández Iglesias, N. (2011). *Agenda Prospectiva de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación para la Seguridad Alimentaria Colombiana, vista desde la Disponibilidad de Alimentos*. Bogotá: Giro Editores Ltda.

REFERENCIAS

- Universidad de Antioquia. (2011). Proyectos de Investigación y Desarrollo. Retrieved July 15, 2016, from http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001440625.
- Universidad de Antioquia. (2012). Proyectos de Investigación y Desarrollo. Retrieved July 15, 2016, from http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001440625.
- Universidad de Antioquia. (2016). Grupo Interdisciplinario de Estudios Moleculares. Retrieved January 1, 2016, from <http://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/investigacion/grupos-investigacion/ciencias-naturales-exactas/giem>.
- Villamil Mendoza, A. M., & Porres Gómez, J. D. (2015). *Estudio del aprovechamiento de residuos orgánicos en la generación de energía*. Unidades Tecnológicas de Santander. Retrieved from <https://es.scribd.com/doc/316806292/Aprovechamiento-de-Residuos-Organicos-en-La-Produccion-de-Energia>.
- Wang, X. (2008). *Feasibility of glucose recovery from municipal sewage sludges as feedstocks using acid hydrolysis*. Queen's University Kingston.
- Zambrano, D. C., Bonilla, R. R., Avellaneda, L., & Zambrano, G. (2015). *Análisis prospectivo de los bioinsumos agrícolas en Colombia: una consulta a expertos*. Rev. Colomb. Biotecnol., 17(2), 103-113.
- Zambrano, H. (1991). La productividad, la rentabilidad y la competitividad del café colombiano. Retrieved June 24, 2016, from <http://www.federaciondecafeteros.org/static/files/Zambrano - Productividad, rentabilidad y competitividad.pdf>
- Zambrano Moreno, D. C., Ramón Rodríguez, L. F., Strahlen Pérez, M. Van, & Bonilla Buitrago, R. R. (2015). Industria de Bioinsumos de uso agrícola en Colombia. *Actualidad & Divulgación Científica*, 18, 59-67.
- Zambrano Moreno, D. C., & Riaño Otálora, P. A. (2008). *Rentabilidad de las empresas productoras de bioinsumos registradas ante el ICA*. Bogotá. From: http://argus.iica.ac.cr/Esp/regiones/andina/colombia/Documentos%20de%20la%20Oficina/docs/iica/rentabilidad_empresas_bioinsumo_ica.pdf.



GRACIAS

.....

////////////////