

ISSN: 2594-0937

REVISTA ELECTRÓNICA MENSUAL

# Debates sobre Innovación

DICIEMBRE  
2019

VOLUMEN 3  
NÚMERO 1

XVIII Congreso Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica  
ALTEC 2019 Medellín



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
METROPOLITANA  
Unidad Xochimilco



MEGI  
MAESTRÍA EN ECONOMÍA, GESTIÓN  
Y POLÍTICAS DE INNOVACIÓN



LALICS

LATIN AMERICAN NETWORK FOR ECONOMICS OF LEARNING,  
INNOVATION AND COMPETENCE BUILDING SYSTEMS

# **Alternativas de productos de valor agregado a partir de residuos de cosecha plátano para el desarrollo territorial en San Juan de Urabá**

Alejandro Arango Correa\*

Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, Facultad de Ciencias de la Salud, Colombia  
Alejandro.arango@colmayor.edu.co

Haroldo Barbutin Diaz

Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, Facultad de Administración, Colombia  
Haroldo.barbutin@colmayor.edu.co

Juan Felipe Parra Rodas

Instituto Tecnológico Metropolitano, Departamento de Ciencias Administrativas, Colombia  
felipeparra@itm.edu.co

## **Resumen**

En el Municipio de San Juan de Urabá, la actividad económica principal es la cosecha y explotación del cultivo de plátano, o banano. Esta actividad se centra exclusivamente en la comercialización del fruto, que representa aproximadamente al 10% o 20% de la plántula. El resto de los elementos de la plántula se consideran residuos agroindustriales y en su mayoría son incinerados, vertidos en fuentes hídricas o convertidos en compost. El Objetivo de Desarrollo Sostenible #12, denominado consumo sostenible, desea garantizar patrones de consumo y producciones sostenibles. Por consiguiente, el objetivo de esta investigación es identificar los productos y desarrollos tecnológicos obtenidos a partir de residuos agrícolas de la cosecha del plátano existentes a nivel mundial y que puedan ser susceptibles de ser adoptados en el municipio de San Juan de Urabá. Para el desarrollo de esta investigación se hizo una búsqueda en bases de dato científicas como Science Direct, Scielo, Springer y SCOPUS y en las páginas SIPI de la Superintendencia de Industria y Comercio de Colombia y PatentScope de la Organización Mundial de Propiedad Intelectual. Entre los hallazgos más significativos se encontraron más de 25 productos obtenidos a partir de residuos de plátano, las universidades y empresas que han desarrollado estas invenciones y la tendencia de los productos para cerrar el ciclo sostenible de los productos agroindustriales.

## **Palabras clave**

Plátano, valor agregado, residuos, vigilancia tecnológica, desarrollo territorial.

## **Introducción**

El plátano, originario del sudeste asiático, fue traído a Colombia por los españoles en el siglo XVI (Olmos, 2015). Como resultado de los procesos de diversificación y expansión del cultivo en el país a lo largo de las décadas, se cuenta hoy en día con una gran variedad de especies cultivadas (el plátano dominico, el hartón, el pelpita, el morado, entre otros); logrando que el plátano tenga una participación del 6,8% en el total de la producción agrícola del país (Proexport; 2011). Así mismo, Colombia se posiciona como el primer exportador mundial de plátano, seguido de Ecuador, Guatemala y República Dominicana; convirtiendo a este fruto en uno de los productos más importantes a nivel nacional (Proexport; 2011).

La producción de plátano en Colombia se localiza principalmente en las regiones andinas e interandinas (58%), seguida por la Orinoquia (15%) y el Caribe; siendo los principales departamentos productores Quindío, Meta y Antioquia. (Olmos, 2015). El plátano de exportación se cultiva principalmente en la zona de Urabá (Moreno et al., 2009), siendo éste uno de los principales productos que soporta la economía del municipio de San Juan de Urabá (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2015). De igual forma, la cosecha de plátano se establece como una actividad tradicional, generadora de empleo, un elemento básico de la seguridad alimentaria de los habitantes de esta zona, y una actividad esencial para la economía campesina que se compone básicamente por pequeños productores. Sin embargo, esta vocación agropecuaria genera un riesgo latente para los pequeños y medianos productores, ya que la dependencia económica de su cosecha los hace vulnerables a la inestabilidad de los precios del mercado, así como a los periodos de baja producción provocadas por las épocas de intensas lluvias y sequías en la región (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2015).

Además, de la producción de plátano en el territorio se genera una cantidad considerable de residuos que, de no ser bien dispuestos en el proceso de cosecha y post-cosecha, ocasionan contaminación al terreno y a fuentes hídricas con sus consabidas consecuencias. De la producción anual de plátano en el Urabá, 1.300.000 toneladas en el año 2017, se estima que se generaron entre 20 a 25 toneladas de residuos agroindustriales por cada 1.000 plantulas de plátano (Valdivie, Rodríguez, & Bernal, 2008). Esto se debe a que, de la planta de plátano, solo se aprovecha la parte del fruto, que equivale aproximadamente al 15% de la plántula. El porcentaje restante corresponde al follaje, pseudo-tallo o vástago, raquis y frutos de descarte que no cumplen con parámetros de calidad de exportación o mercado nacional (Meneses, Agatón, Mejía, Guerrero, & Botero, 2010). La composición química de estos materiales es variada e incluye compuestos como la lignina (biopolímero aromático difícil de biodegradar) (Motato R, Mejía G, & León P, 2006), por lo que la mayoría de estos subproductos son denominados como residuos agroindustriales y son incinerados, vertidos en fuentes hídricas (sin ningún tipo de tratamiento previo generando una gran problemática ambiental) o empleados para la producción de compost (Saval, 2012).

Es necesario entonces la búsqueda e implementación de nuevas alternativas para el sostenimiento económico y alimentario de las comunidades que reduzcan la dependencia del cultivo como actividad única de los habitantes, “encaminar las políticas públicas hacia modelos que reconcilien una productividad aceptable con prácticas ambientales, y socialmente sostenibles” (COLCIENCIAS, 2017). Por lo anterior, el objetivo de esta investigación es identificar mediante búsqueda bibliográfica y de patentes; los productos y desarrollos tecnológicos obtenidos a partir de residuos agrícolas de la cosecha del plátano existentes a nivel mundial

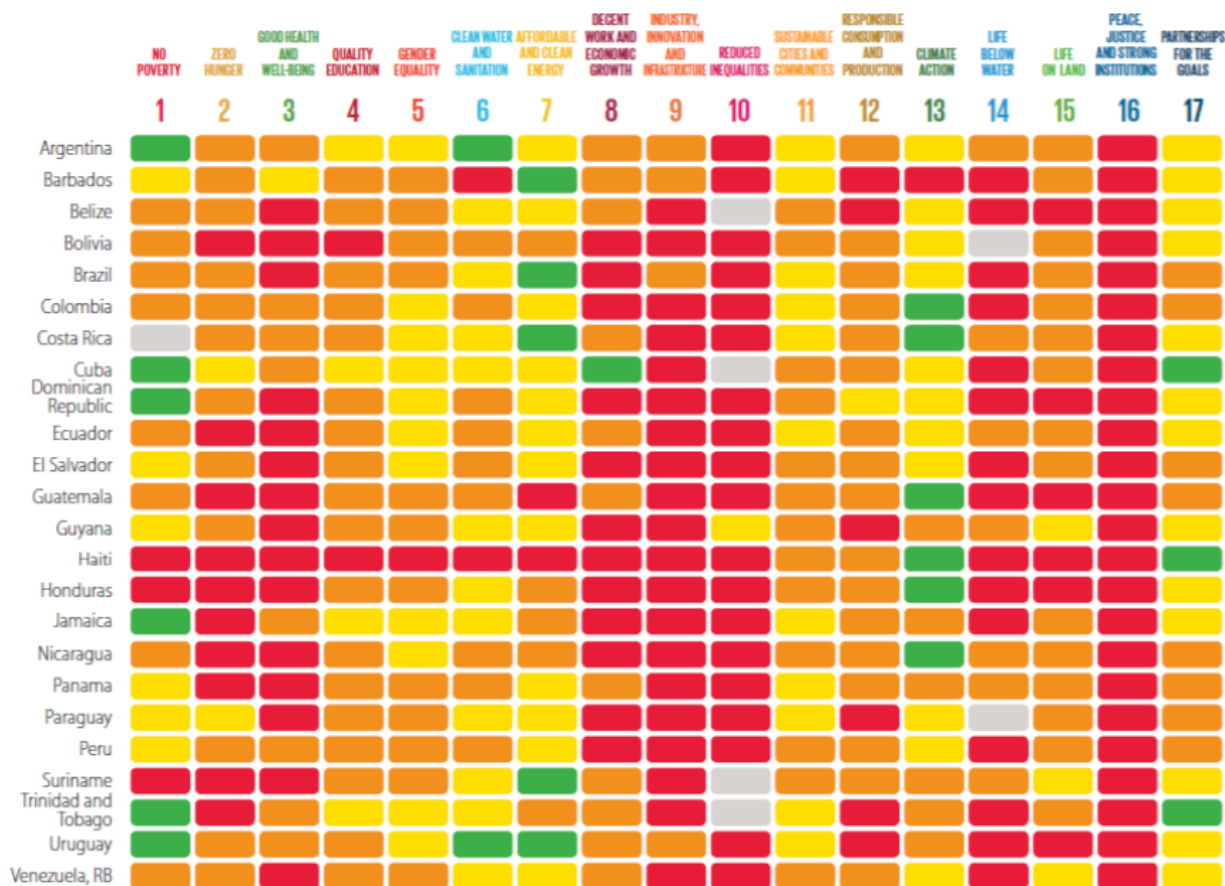
## **Los Objetivos de Desarrollo Sostenible**

En enero de 2016, fueron formulados los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). Iniciativa impulsada por las Naciones Unidas, con el fin de dar continuidad a la agenda de desarrollo, tras la formulación los Objetivos de Desarrollo de Milenio (ODM). Los ODS son 17 objetivos interrelacionados entre sí, y 169 metas, aprobados por 193 líderes mundiales en la cumbre llamada “*Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*” (Herrero, Herrera, Ardila, Gutiérrez, & Herrera, 2018), celebrada en Nueva York, en la plenaria de la Asamblea General de la organización. Los ODS se consolidan como una hoja de ruta que proporciona las orientaciones y metas para ser adoptadas por los países en relación con temáticas como la pobreza,

los desafíos ambientales, la protección del planeta y trabajar por el logro de mejores condiciones que permitan conservar todas las formas de vida de una manera sostenible, en un horizonte a 2030.

Dentro de los objetivos se encuentra el objetivo 12, que traza los lineamientos para la gestión del uso de los recursos naturales y sus impactos socio ambientales. Este objetivo le apuesta a una producción sostenible racionalizando la extracción de recursos. En Latinoamérica son muy bajos los logros alcanzados a la fecha. La figura 1, muestra el estado general de los logros obtenidos en el cumplimiento de este objetivo, se puede observar que ninguno de los 24 países ha alcanzado el color verde que significa “logro” total. La gran mayoría de países están en color naranja (17), denotando poco avance en el logro de los indicadores, y 6 en color rojo, que evidencia cero avances. Solo República Dominicana aparece coloreado en amarillo, lo que significa que tiene un estado de mayor avance, sin alcanzar aún la meta (Chavarro et al., 2016).

Figura 1. Indicadores de ODS en Latinoamérica.



Nota: Color verde significa “logro” en el ODS, y se asigna a un país sólo si todos los indicadores bajo el objetivo son clasificados como verdes. Amarillo, naranja y rojo muestran menos avance en los objetivos, siendo rojo el más bajo (Chavarro et al., 2016).

En el caso de Colombia, la tasa de reciclaje no supera el 10% y se producen alrededor de 13,8 millones de toneladas al año de residuos sólidos, y las proyecciones estiman que a 2030 se podría llegar 18,74, lo que representa cerca de 321 kilogramos por persona al año. Dentro de estos

desechos se presenta la liberación de sustancias químicas que pueden causar daños graves en la salud y el ambiente. Por este motivo, mediante el proyecto “ODS Colombia”, el país se traza como objetivo apoyar y promover la igualdad de oportunidades y el logro y disfrute universal del bienestar, con preferencia por los territorios y poblaciones más vulnerables, a través del compromiso de todos los actores del Desarrollo buscando apropiar, aplicar, monitorear y evaluar la Agenda 2030 a nivel nacional, sub-nacional y local (Herrero et al., 2018).

El presente trabajo de investigación, es una apuesta en la dirección del cumplimiento de los ODS, específicamente del objetivo No 12 “Producción y consumo responsable” en concordancia con el proyecto ODS Colombia, mencionado anteriormente. Se busca mediante acciones de gestión tecnológica apostarles a mejores oportunidades de desarrollo mediante la explotación de las capacidades endógenas del territorio, que en un alto porcentaje es habitado por población vulnerable. Se pretende aprovechar los residuos generados en la cosecha y post-cosecha del cultivo del plátano para generar productos con valor agregado, y a la vez impactar positivamente al ambiente evitando la contaminación de las fuentes hídricas producto de la mala destinación de estos residuos. A nivel socioeconómico, la generación de fuentes de empleo se convierte en un punto en alto para el desarrollo del territorio y el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes.

## **Metodología**

Para el cumplimiento del objetivo de la presente investigación se emplearon como herramientas metodológicas las entrevistas a productores, la construcción de una herramienta para la recolección de la información, la observación activa, el análisis documental y la revisión bibliográfica entre otros. Dichos datos son procesados convirtiéndolos en información para convertirlo en conocimiento útil. A continuación, se describen cada una de las fases, procesos y herramientas empleadas:

### **Recolección de información muestral**

Inicialmente, se recolectó información sobre la cantidad de residuos generada, la disposición final, el área sembrada, la distancia de siembra, la periodicidad de la cosecha, la clasificación y el destino de la fruta. La recolección de la muestra se realizó mediante un método de muestreo no probabilístico denominado muestreo intencional o de conveniencia, debido a la disponibilidad y acceso a la información mediante individuos que aportan los datos requeridos para una investigación exploratoria como es este caso. De esta forma, la información fue suministrada por tres fincas: Los espejos, Los Robles y Nueva Esperanza; las cuales conforman en conjunto un área total de 33 hectáreas cultivada de plátano. Se tomaron los datos en cinco (5) fechas diferentes para asegurar la veracidad, y analizar la variación, de la cantidad de residuos que pueden generarse durante un periodo de tiempo. En el Anexo A. se visualiza el formato para la recolección de la información empleado

Adicionalmente, se realizaron entrevistas semiestructuradas a los productores del municipio de San Juan de Urabá, con el objetivo de conocer las generalidades del manejo del cultivo y sus residuos. Dentro de la entrevista se abordaron preguntas como: ¿Qué manejo se da a los residuos? ¿Qué características hacen que los frutos se califiquen como averiados? ¿De qué formas se disponen los frutos averiados? ¿De qué forma hacen la disposición final de los raquis? ¿Cuál es la cantidad de vástago por corte o cosecha? ¿Cuál es la cantidad de hojas por corte o cosecha? ¿De qué formas hacen la disposición final de las hojas? ¿Qué otros residuos se generan del cultivo del plátano?

(raíces, frutos maduros, etc) ¿Cuál es la cantidad por cosecha que se obtienen de cada uno de los otros residuos?

La información recolectada se empleó para determinar las características de los productos, subproductos y residuos del plátano en el área de estudio para los periodos de cosecha y post-cosecha. Con base en esta información se identificó además el potencial productivo y se estableció el porcentaje de residuos, insumo para la realización de la vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva.

### **Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva**

Paralelamente a la recolección de información en las fincas, se realizó un proceso sistemático de búsqueda, captura, análisis y explotación de información mediante vigilancia tecnológica. En este proceso se realiza la búsqueda de productos y desarrollos tecnológicos elaborados con residuos de plátano. Se emplearon las bases de datos científicas: SCOPUS, Science Direct y Springer desde la biblioteca virtual del ITM. Además, se usó las bases de datos gratuitas de Google Académico y Google Patent, PatentScope de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual –OMPI- y el Sistema de Propiedad Industrial –SIPI- de la Superintendencia de Industria y Comercio –SIC-.

Mediante la lectura de los principales artículos científicos y patentes se logró definir productos o desarrollos tecnológicos que se elaboran a partir de diferentes residuos del cultivo de plátano. Para reducir el número de resultados no se tuvo en cuenta los artículos o patentes que desarrollen metodologías o mejoras en procesos de biocombustibles. Esto se debe a que esta tecnología tiene altos costos de inversión e infraestructura. Además, en Colombia y en el territorio no se ha implementado motores ni equipos de combustión con bioetanol, esto limitaría un mercado local y se tendría que buscar una exportación de bioetanol.

Para la definición de las palabras claves se consideraron aquellas que describían de forma más certera el título de la investigación, además, fueron usadas para encontrar resultados deseados en las bases de datos y buscadores con respecto a las temáticas que se abordan en el trabajo. Se empleó el creador de nube de palabras Word Art (<https://wordart.com/>) y como resultado se obtuvo con mayor resultado las palabras: Residuos, Banano, plátano, biotecnología, post-cosecha y valor agregado, como se evidencia en el gráfico 1.



*Gráfico 1 Nube de palabras para definición de palabras claves.*

Las palabras claves seleccionadas se tradujeron al inglés para mejorar la búsqueda en las bases de datos de artículos científicos y patentes. De esta manera, las palabras claves a usar fueron: Waste, banana y su nombre científico *Musa paradisiaca*, plantain y su nombre científico *Musa acuminata*, biotechnology, postharvest y value added.

Con las palabras claves se definieron tres (3) ecuaciones de búsqueda para depurar y obtener mejor resultados en las bases de datos científicas y de patentes:

- Waste AND banana OR Plantain OR Musa acuminata OR Musa Paradisiaca
- Waste AND postharvest AND banana OR Plantain OR Musa acuminata OR Musa Paradisiaca
- Biotechnology AND waste AND banana OR plantain OR Musa acuminata OR Musa Paradisiaca

Es de considerar que un subproducto es un producto secundario, bien conocido, generalmente útil, comercializable y por lo tanto con valor agregado que resulta de un proceso industrial (Saval, 2012), cuando se habla de residuos, se aplica a aquellos que pueden tener o no un valor comercial, porque son poco comunes o porque se generan en bajas cantidades. Sin embargo, algunos de sus constituyentes aún en baja proporción, le pueden conferir algún interés para su utilización, de este modo, estos dos primeros términos son similares y se consideran para procesos de aprovechamiento y obtención de productos de valor agregado.

## **Resultados y discusión**

La finca Nueva Esperanza está ubicada a cuatro (4) kilómetros del casco urbano municipal, vía que comunica al Municipio de San Juan de Urabá con el municipio de Necoclí. Esta finca tiene una extensión de 13 hectáreas con una siembra de 1920 plantas/hectárea de plátano. La finca Los Robles está ubicada a 5 kilómetros del casco urbano municipal, vía que comunica al Municipio de San Juan de Urabá con el municipio de Necoclí, tiene una extensión de 5 hectáreas con una siembra de 1540 plantas/hectárea de plátano. Por último, La finca Los Espejos está ubicada a 7 kilómetros del casco urbano municipal, vía que comunica al Municipio de San Juan de Urabá con el municipio de Necoclí, con una extensión de 15 hectáreas y una siembra de 1670 plantas/hectárea de plátano.

La tabla 1, muestra el comparativo de la producción en forma porcentual por calidad y disposición de la fruta de las tres fincas donde se adelantó el proceso de recolección de la información, así como datos de la extensión y número de plantas por hectárea. Se logra observar que la producción de fruta de exportación en promedio es del 49%, que el promedio de la calidad de fruta para el consumo nacional es del 12,5% y restante 38.4% está representado en las frutas pequeñas, clavos y averiados. Se resalta también que alrededor del 20% de la cosecha de plátano son productos averiados o descartados. Estos plátanos son para regalar o para consumo interno de los familiares. Si los plátanos están en muy mal estado se depositan en un relleno sanitario o en el abono orgánico que se va acumulando con el raquis de las cosechas. Además, los otros desechos como hojas, tallos, vástagos que representan hasta un 60% de la planta, no son tenidos en cuenta para realizar subprocesos u obtención de productos que pueda generar nuevos ingresos económicos para las familias.

Tabla 1, Comparativa de producción entre las tres fincas productoras estudiadas.

VARIABLE	FINCA LOS ESPEJOS	FINCA LOS ROBLES	FINCA NUEVA ESPERANZA
Área	15 Ha	5Ha	13Ha
Número de Plantas por Ha	1.670	1.540	1.920
<b>fruto</b>	<b>Plátano</b>	<b>Plátano</b>	<b>Plátano</b>
<b>Total Producción</b>	<b>37.608</b>	<b>36.739</b>	<b>72.117</b>
Fruta de exportación	43%	46%	59%
Consumo nacional	14.2%	14%	9.4%
Fruta pequeño	12.5%	10%	7.4%
Fruta clavo	7.9%	7.0%	4.8%
Averiadados	22.4%	23%	19.4%
<b>Total fruta</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

### Búsqueda de información

Para la búsqueda de investigaciones científicas y académicas, se usaron las siguientes bases de datos: Google Académico, Science Direct, Scielo, Springer y SCOPUS. Empleando las ecuaciones de búsqueda, se inició con la base de datos de google académico y se hallaron más de 6.000 resultados relacionados con el trabajo de grado. Se refinó la búsqueda en base de datos científicas Science direct y Springer; debido a que el motor de búsqueda de google académico no diferencia resultados en artículos indexados, citas, libros y memorias de eventos académicos. Con la búsqueda en las bases de datos Springer y Science Direct se hallaron entre 400 y 500 publicaciones con las ecuaciones de búsqueda reportadas en la tabla 2.

Tabla 2. Búsqueda y captura de información en base de datos científicas y de patentes.

Fecha	Fuente	Ecuación de búsqueda	N° Resultados obtenidos
10/03/2018	Google Scholar	residuos del plátano pdf	6.770
10/03/2018	Google Scholar	aprovechamiento residuos post-cosecha plátano	1.090
20/02/2018	Google Scholar	residuos del plátano pdf	6.770
20/02/2018	Google Scholar	aprovechamiento residuos post-cosecha plátano	1.090
20/02/2018	Science Direct	Banana + Waste	7.739
20/02/2018	Science Direct	banana postharvest+waste	399
20/02/2018	Science Direct	banana flour	4.072
20/02/2018	Scopus	banana+postharvest	387
20/02/2018	Scopus	biotechnology+banana+postharvest	23
20/02/2018	Scopus	flour AND postharvest+banana	52
20/02/2018	Scielo	residuos + plátano	21
20/02/2018	Scielo	harina+plátano	25



Fecha	Fuente	Ecuación de búsqueda	N° Resultados obtenidos
20/02/2018	Springer	banana and postharvest	47
20/02/2018	Springer	banana and flour	210
20/02/2018	Springer	banana and biotechnology	486
10/03/2018	SCOPUS	( TITLE-ABS-KEY ( waste ) AND TITLE-ABS-KEY ( banana ) OR TITLE-ABS-KEY ( plantain ) )	962
10/03/2018	SCOPUS	( TITLE-ABS-KEY ( waste ) AND TITLE-ABS-KEY ( banana ) OR TITLE-ABS-KEY ( plantain ) ) AND ( LIMIT-TO ( AFFILCOUNTRY , "Colombia" ) )	32

Para complementar la búsqueda, se usa la base de datos SCOPUS. Esta base de datos comprende más de 16.500 revistas indexadas a nivel mundial en todas las áreas de conocimiento y permite analizar a los investigadores que más publican con respecto a la temática buscada, así como las instituciones a las que pertenecen. De esta manera, se puede emplear toda la información para realizar una vigilancia tecnológica.

Para la búsqueda de desarrollos tecnológicos evidenciados en patentes se utilizó el buscador del Sistema de Propiedad Industrial –SIPI- de la Superintendencia de Industria y Comercio (Superintendencia de Industria y Comercio, 2018). Además, para rastrear diferentes desarrollos a nivel mundial se accede a la base de datos PATENTSCOPE de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual la cual tiene información de la mayoría de oficinas de propiedad intelectual del mundo. En ambas búsquedas, se encontraron menos de 10 desarrollos tecnológicos patentados con respecto al uso de los residuos del plátano y el banano.

### **Análisis de la información**

La generación de conocimiento está dirigida a solucionar problemas relacionados con los residuos del plátano y banano; visualizándose un incremento año tras año. En la gráfica 2, se observa como en los años 2002, apenas se tenían 9 publicaciones sobre este tema y para el 2017, se incrementó a 129 resultados de investigación publicados en revistas indexadas. Este incremento se debe a la intención de buscar alternativas para el uso y aprovechamiento de las toneladas de residuos que genera la cosecha de monocultivos de plátano y banano. Además, las investigaciones se centran en diferentes opciones para obtener materia prima para la producción de biocombustibles. Durante el mismo periodo se puede visualizar en la gráfica 3, como países como India, Malasia, Brasil, Nigeria, Colombia, Estados Unidos y China tienen intereses para aprovechar residuos vegetales del plátano y banano. Estos países se pueden agrupar en productores de plátano y banano como Nigeria, Brasil y Colombia o países consumidores de plátano y banano como India, Estados Unidos y China. Por ende, son los países que apuntan a ser pioneros en investigación a partir de residuos de plátano y banano por aportar mayor cantidad de problemas al conglomerar toneladas de residuos de la cosecha o consumo de plátano y banano.

Gráfico 2 Número de publicaciones desde el 2002 hasta el 2018 a nivel mundial. B. Porcentaje de participación de cada país con respecto a las publicaciones entre los años 2002 y 2018

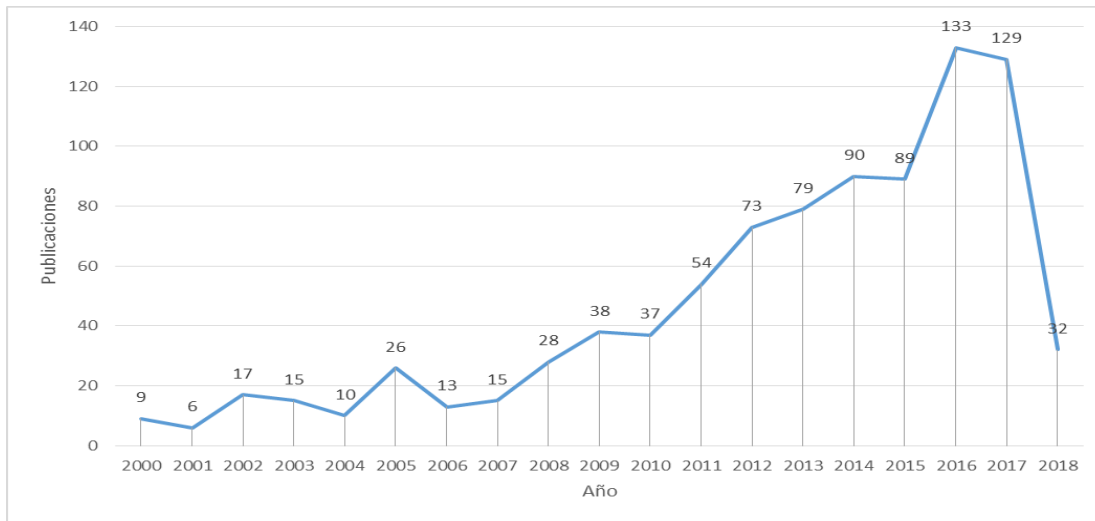
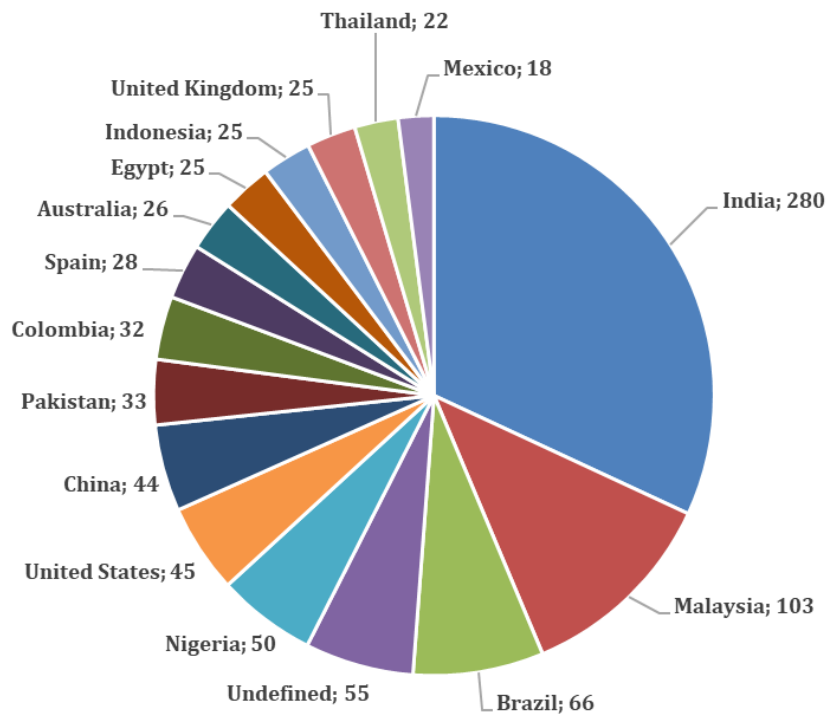


Gráfico 3 Publicaciones por países durante los años 2002 al 2018



En la gráfica 4, se aprecia como la investigadora Noeli Sellin de la Universidad de la región de Joinville en Brasil ha aportado significativamente en la generación de conocimiento con 14 publicaciones científicas (entre autora y co-autora) entre los años 2002 y 2014. El enfoque de las investigaciones se basa en la producción y optimización de biocombustibles, como el bioetanol, a partir de la biomasa de residuos agroindustriales principalmente de plátano y banano. Así mismo, la Universidad de la región de Joinville es la segunda institución con más publicaciones en temas

de residuos de plátano y banano; seguido de la Universidad Sains Malaysia que cuenta con más de 20 publicaciones entre los años 2002 y 2018 (ver gráfico 5).

Gráfico 4 Principales autores nivel mundial que investigan en temas relacionados con residuos de plátano y banano.

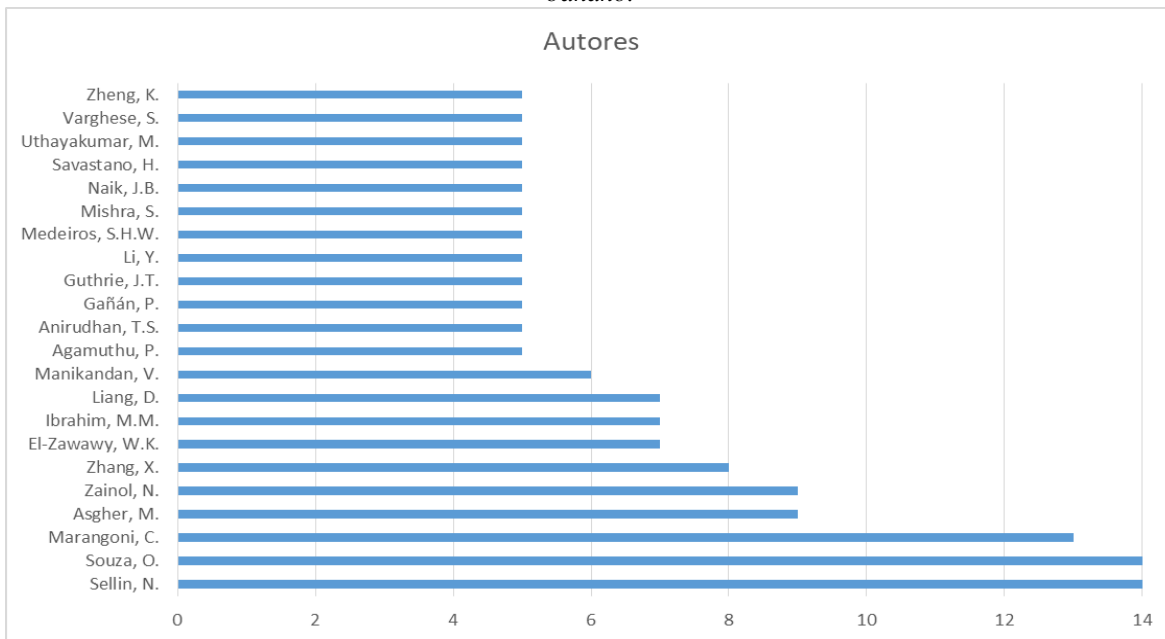
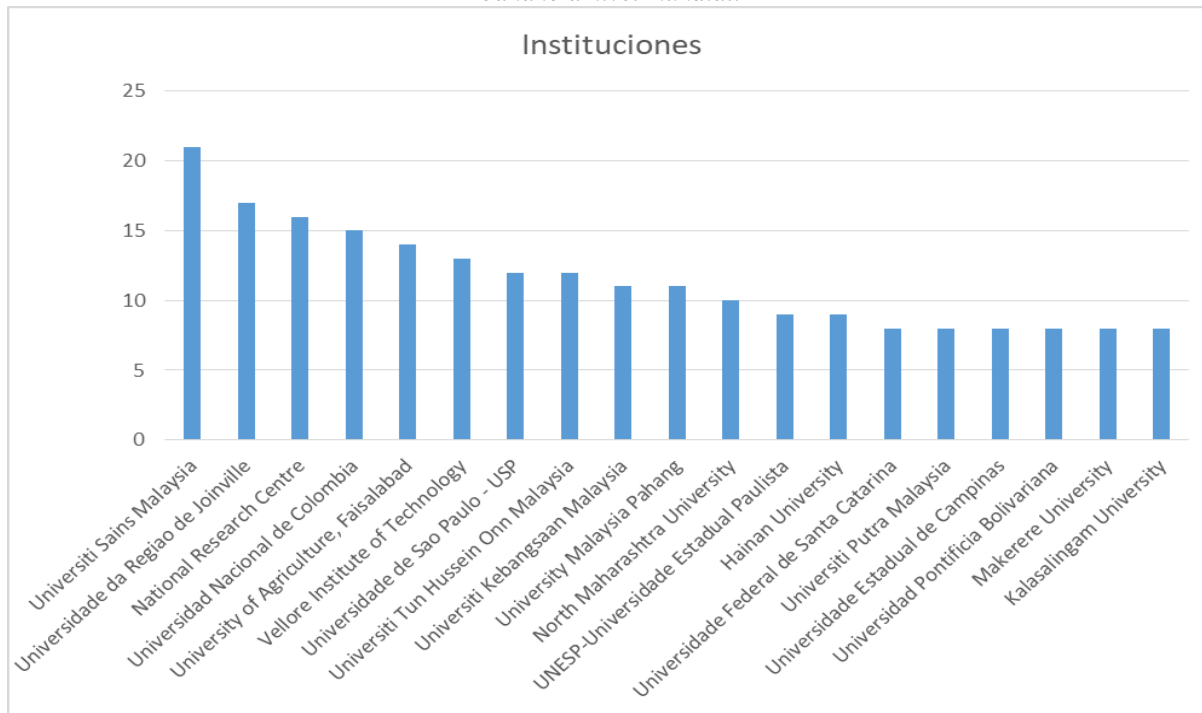


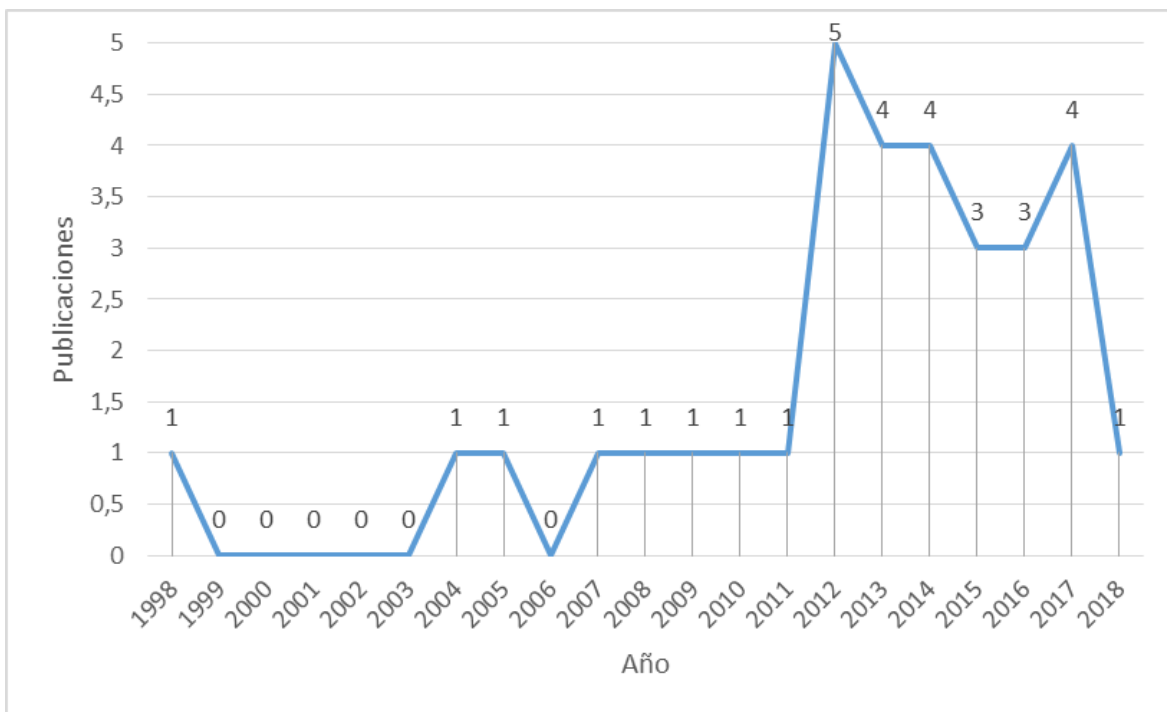
Gráfico 5 Principales instituciones y organizaciones que investigan en temas relacionados con residuos de plátano y banano a nivel mundial.



Colombia no pasa desapercibido en la generación de conocimiento para dar soluciones a la problemática de residuos de post-cosecha del plátano y el banano. En la gráfica 6. Se observa como

durante 20 años, desde 1998 hasta 2018, ha sido variable las publicaciones a nivel mundial. Sin embargo, desde el año 2011 ha sido constante publicaciones buscando aportes que den solución a la problemática de residuos de post-cosecha de plátano y banano. Es de resaltar que la Doctora Piedad Gañán Rojas de la Universidad Pontificia Bolivariana y la Doctora Ángela Adriana Ruiz Colorado de la Universidad Nacional de Colombia son las investigadoras con más publicaciones de resultados de investigación en revistas indexadas, por ende, son un referente colombiano a nivel internacional para dar soluciones a la problemática de residuos de plátano y banano. Piedad Gañán se encuentra entre los investigadores que más reportan generación de conocimiento a nivel mundial en la búsqueda de fuentes alternativas de fibras para reemplazo productos plásticos.

Gráfico 6 Número de publicaciones por años desde 1998 hasta el 2018 en Colombia.



En la tabla 3 Puede visualizarse los artículos más relevantes obtenidos en SCOPUS. Luego de realizar la lectura y análisis de cada uno de los artículos se definió cuál fue su aporte o producto que puede obtenerse mediante los resultados evidenciados en el artículo. Se resalta entre los productos obtenidos que la mayoría de las investigaciones buscan como materia prima los residuos de plátano y banano para la producción de bioetanol (Bello et al., 2014; Duque, Cardona, & Moncada, 2015; Prado, Souza, Sellin, & Marangoni, 2015). Sin embargo, otras investigaciones emplean los residuos para obtener plásticos como el Ácido polihidroxitbutírico –PHB- (Naranjo, Cardona, & Higueta, 2014), materia prima para fermentaciones en estado sólido para producción de hongos comestibles, catalizadores de hidrógeno y enzimas amilasas (Acevedo et al, 2005; Adeniran, Abiose, & Ogunsua, 2010; Zhang, Whistler, BeMiller, & Hamaker, 2005); que representan alternativas a implementar en regiones como San Juan de Urabá donde no se cuenta con una infraestructura para destilar ni producir alcoholes.

Tabla 3, Resultados de posibles productos obtenidos de la generación de conocimiento de los artículos científicos.

<b>Título</b>	<b>Fecha de publicación</b>	<b>Autor/ institución/ Revista</b>	<b>Producto obtenido</b>
Chemical studies of some plant wastes from Ghana	1974	Ankrah, E.K.	Composición química de los residuos de plátano
The environmental impact of banana production can be diminished by proper treatment of wastes	1995	Russo, R.O., Hernández, C	Impacto de la industria bananera
PRODUCTION OF ETHYL ALCOHOL FROM BANANAS.	1983	Jones, R.L., Towns, T.	Bioetanol
5-hydroxymethylfuran and 2,5-dimethylfuran production from banana waste	2013	Sierra-Salazar, A.F., Torres-Conde, A., Ruiz-Colorado, Á.A	Catalizadores para producción de hidrógeno
The physicochemical characteristics of plantain ( <i>Musa Paradisiaca</i> ) and banana ( <i>Musa Sapientum</i> ) pseudostem wastes	2012	Akpabio, U.D., Udiong, D.S., Akpakpan, A.E.	Composición química de los residuos de plátano
Membrane development from banana peel fibers for waste water treatment at low cost	2012	Datta, S., Karmoker, S., Sowgath, Md.T.	Membranas para tratamiento de aguas residuales
No waste in <i>Musa</i> species: The use of banana and plantain leaves in the production of edible mushrooms	2013	Idowu, O.O., Akinyemi, S.O.S	Uso de las hojas de plátano para producción de hongos comestibles
Plantains and their postharvest uses: An overview	2009	Mohapatra, D., Mishra, S., Meda, V	Usos de los residuos de post-cosecha
Thermoplastic composites reinforced with banana ( <i>musa paradisiaca</i> L) wastes	2002	González-Chi, P.I., Vázquez Rodríguez, G., Gómez-Cruz, R.	Termoplásticos elaborados con residuos de banano
Utilization of food waste materials for energy, food and/or animal feeds production. I. Biogas from dried banana peelings	1983	Silverio, C.M., Tan, B.V., Pacheco, V.G	Uso de residuos de cosecha de plátano para transfor en pellets para alimentar animales
Development and quality assessment of value added plantain stem juice incorporated with grape juice	2011	Ravi, U., Menon, L., Gomathy, G.	Jugos azucarados
Postharvest aspects of highland bananas in Uganda	1996	Aked, J., Kyamuhangire, W.	Cuantificación de residuos de la post-cosecha
Solid state fermentation of banana wastes	1985	Baldensperger, J., Le Mer, J.,	Fermentación en estado sólido

<b>Título</b>	<b>Fecha de publicación</b>	<b>Autor/ institución/ Revista</b>	<b>Producto obtenido</b>
		Hannibal, L., Quinto, P.J.	
Biogas yield potential research of the wastes from banana by anaerobic digestion	2017	Unni Krishnan, A., Joselin Herbert, G.M.	Biogas
Production of fungal $\beta$ -amylase and amyloglucosidase on some nigerian agricultural residues	2010	Adeniran, H.A., Abiose, S.H., Ogunsua, A.O	Enzimas amilasas
Banana starch: Production, physicochemical properties, and digestibility - A review	2005	Zhang, P., Whistler, R.L., Bemiller, J.N., Hamaker, B.R	Almidón de banano
Natural Fibers from Plantain Pseudostem (Musa Paradisiaca) for Use in Fiber-Reinforced Composites	2017	Cadena Ch, E.M., Vélez R, J.M., Santa, J.F., Otálvaro G, V	Fibras
Starch extraction potential from plantain peel wastes	2017	Hernández- Carmona, F., Morales-Matos, Y., Lambis-Miranda, H., Pasqualino, J.	Almidón
Plantain fibre bundles isolated from Colombian agro-industrial residues	2008	Gañán, P., Zuluaga, R., Restrepo, A., Labidi, J., Mondragon, I.	Fibras
Energy and exergy analysis of ethanol production process from banana fruit	2010	Velásquez, H.I., Ruiz, A.A., de Oliveira Junior, S.	Etanol
Ethanol production from banana fruit and its lignocellulosic residues: Exergy and renewability analysis	2009	Velásquez Arredondo, H.I., Ruiz Colorado, A.A., Oliveira Junior, S	Etanol
Techno-economic and environmental analysis of ethanol production from 10 agroindustrial residues in Colombia	2015	Duque, S.H., Cardona, C.A., Moncada, J	Etanol
Pervaporation of ethanol produced from banana waste	2014	Bello, R.H. Linzmeier, P. Franco, C.M.B. Souza, O. Sellin, N. Medeiros, S.H.W.Marangoni, C.	Etanol

<b>Título</b>	<b>Fecha de publicación</b>	<b>Autor/ institución/ Revista</b>	<b>Producto obtenido</b>
Alternative energy from biomass: Bioethanol from banana pulp and peels   [Energia alternativa de biomassa: Bioetanol a partir da casca e da polpa de banana]	2012	Souza, O. Schulz, M.A. Fischer, G.A.A. Wagner, T.M. Sellin, N.	Etanol
Comparison between single and multi-effect evaporators for sugar concentration in ethanol production	2015	Prado, C.A. Souza, O. Sellin, N. Marangoni, C.	Etanol
Study of the specific heat capacity of biomass from banana waste for application in the second-generation ethanol industry	2015	Villa-Vélez, H.A., Váquiro, H.A., Lopes-Filho, J.F., Telis, V.R.N., Telis-Romero, J.	Etanol
Plantain fibre bundles isolated from Colombian agro-industrial residues	2008	Gañán, P. Zuluaga, R. Restrepo, A. Labidi, J. Mondragon, I.	Fibras
Assessing the Feasibility of Biofuel Production from Lignocellulosic Banana Waste in Rural Agricultural Communities in Peru and Colombia	2013	Santa-Maria, M. Ruiz-Colorado, A.A. Cruz, G. Jeoh, T.	Etanol
Use of residual banana for polyhydroxybutyrate (PHB) production: Case of study in an integrated biorefinery	2014	Naranjo, J.M., Cardona, C.A., Higueta, J.C	PHB
The inoculation of microorganisms in composting processes: Need or commercial strategy?	2014	Acevedo, M., Acevedo, L., Restrepo-Sánchez, N., Peláez, C.	Compostaje

A diferencia del número de investigaciones realizadas a nivel mundial, los desarrollos tecnológicos visualizados en las patentes son menores. En 10 años, solo se registran 10 patentes relacionadas con el aprovechamiento de residuos de plátano y banano a nivel internacional. La inventora más destacada es Raquel Del Val Buedo, que cuenta con dos patentes concedidas para el aprovechamiento de los residuos del plátano y banano. Además, ella es la directora técnica del centro de desarrollo tecnológico “Investigaciones y aplicaciones biotecnológicas” en España. En la tabla 4. Se puede visualizar cada una de las patentes halladas. Para el aprovechamiento de los residuos de plátano y banano se resalta que las patentes en su mayoría son procesos para el desarrollo de un producto, por ende, los residuos de plátano y banano son una materia prima importante para alguna tecnología. Así, se hace relevante entender las cantidades de cada residuo para definir desde los criterios de decisión cuales se podrán implementar en San Juan de Urabá.

*Tabla 4 Desarrollos tecnológicos patentados a nivel nacional e internacional.*

<b>Título</b>	<b>Fecha de radicación</b>	<b>Titular/Autores/Organización</b>	<b>Observaciones/diagramas</b>
Proceso para la elaboración de una masa de plátano o banano pre frita y productos así obtenidos	26/12/2001	Sergio Rolando Cabrera Manríquez	Negada
Proceso para elaboración de paños absorbentes biodegradables a partir de bellota de plátano, bagazo de caña y buchón de agua	31/01/2008	Carlos Felipe Forero Monsalve	Negada
Proceso para convertir tallo de plátano en fibras para la absorción de hidrocarburos y sistema correspondiente	20/05/2016	Margarita Castellanos Abondano	Bajo examen de fondo - PCT
Proceso para la obtención de aglomerados a base de la fibra del tallo del plátano y banano y producto así obtenido	15/02/1993	Gustavo Adolfo Serna Ospina	Negada
Procedimiento para la producción de jarabe azucarado por degradación de materiales amiláceos y lignocelulósicos de la planta de banano	30/11/2009	Catalina Malagón Cotrino	Concedida
Proceso para la elaboración de artículos del hogar fabricados en fibra de celulósicas de banano, y producto obtenido con dicho proceso	2/01/2013	John Bayron Jaramillo Zapata	Negada



<b>Título</b>	<b>Fecha de radicación</b>	<b>Titular/Autores/Organización</b>	<b>Observaciones/diagramas</b>
Proceso para la producción de almidón de banano	30/04/1999	Mauricio Pinzón Pinzón	Caducada
Aparato y método para extraer láminas de fibras de plantas de banana para la producción de productos de papel	15/02/2008	Papyrus Australia Limited	México
Proceso para producir hidrógeno	14/12/2017	Universidad Nacional De Colombia	Colombia
Composiciones y procedimientos para controlar nematodos parásitos de plantas.	14/07/2015	Bayer Cropscience Lpbayer Cropscience Lp	Alemania
Métodos de síntesis de combustible por biomasa para eficiencia de energía	12/05/2009	Altervia Energy, Llc	PCT
Polvo estable de pulpa de mamey y productos alimenticios a partir de éste	23/10/2008	Jiménez Mendoza, Dimas	México
Composición microbiana útil contra nematodos de cultivos vegetales	7/08/2014	Investigaciones Y Aplicaciones Biotecnológicas, S.L.	México
Aprovechamiento biotecnológico de <i>Pleurotus ostreatus</i> para el manejo de los desechos agroindustriales	26/10/2011	Jadaa, Rami Imad	PCT
Packaging system	19/10/2006	Australian Banana Company Pty Ltd	Australia

### **Inteligencia competitiva**

Larry Kahaner define la inteligencia competitiva como “un programa sistemático para recoger y analizar información sobre las actividades competitivas de las demás empresas del entorno y de las

tendencias de los negocios en general para poder hacer que tu propia empresa sea la mejor.” (Forniés, Sora, Perez, Hernandez, & Diez, 2007). En este sentido, la inteligencia competitiva, juega un papel de suma importancia en la fase de identificación y selección de la información más relevante para el proceso de toma de decisiones estratégicas. Del correcto tratamiento de la información recaudada depende parte del éxito en el mediano y largo plazo por la importancia que representa una u otra decisión en cada una de las distintas fases del desarrollo de un proyecto.

En la presente investigación las bases de datos de patentes seleccionadas nos permiten conocer que se está realizando a nivel nacional e internacional con los residuos de plátano y banano. De esta manera, se podrá tomar decisiones sobre el uso de alguna de las tecnologías o búsqueda de aliados para un futuro desarrollo. Cabe resaltar que pueden existir empresas que ya cuenten con tecnologías e innovaciones a partir de los residuos, pero se debe conocer la cadena de valor de cada producto a desarrollar. Por tal motivo, en la tabla 5. Se observan los diferentes residuos de una plántula de plátano y banano.

*Tabla 5 Productos descritos de las publicaciones científicas y patentes relevantes. Elaboración propia*

<b>Residuo</b>	<b>Producto</b>
Banano de descarte	Jugos azucarados
	Almidón de banano
	Materia prima para producir hidrogeno
	Polvo de pulpa (adición de otras frutas)
Cascara	PHB (plástico)
	Producción de furanos (catalizador de hidrogeno)
	Materia prima para bioetanol
	Materia prima para fermentación de bioinsumos
Cascaras y plátanos de descarte	Alimento animal
	Enzimas amilasas
	Almidón de banano
	Jarabe azucarado
Hojas y vástago	Paños absorbentes biodegradables
Plátanos de descarte	Materia prima para bioetanol
	Biogas
	Masa de plátano para freír
Vástago	Fibras en forma de pellets (membranas)
	fibras termo resistentes
	Fibras de absorción de hidrocarburos
	Aglomerados a base de fibra
	Fibras para aglomerados
Vástago y hojas	Artículos para el hogar
Vástago, hojas y cascaras	Materia prima producción de hongos comestibles
	Fermentación en estado solido

<b>Residuo</b>	<b>Producto</b>
	Compostaje - análisis comercial
	Materia prima para biocombustible (biomasa)

Después de analizados los 27 productos identificados, la lista de alternativas fue filtrada teniendo en cuenta criterios como el impacto medio ambiental que genera la alternativa, disponibilidad de materia prima, aspectos financieros y de mercado, aspectos socioeconómicos y de pertinencia para el territorio. De esta forma se la lista se redujo 5 productos: las fibras para aglomerados, artículos para el hogar, paños absorbentes biodegradables, PHB, bioplásticos y obtención de almidón de plátano partir de cáscara y plátano de descarte. Estos productos fueron seleccionados por el bajo costo de producción, aprovechamiento de mayor porcentaje de residuos y demanda de los productos en el territorio. Se dejaron por fuera del listado final productos como los jugos azucarados, por la poca pertinencia además de la existencia en el mercado de muchos sustitutos y competidores. La producción de materia prima para producir hidrogeno también se descartó, dado que la infraestructura necesaria excedía los alcances del proyecto, además del hecho que en el país estas tecnologías aún se encuentran en fases tempranas de implementación. Igual argumento se empleó para descartar productos como la producción de furanos (catalizador de hidrogeno), Materia prima para fermentación de bioinsumos, Materia prima para bioetanol, Materia prima para biocombustible (biomasa) y biogás. Otros productos como la producción alimentos para animales, enzimas amilasas, no fueron tenidos en cuenta debido a que la cantidad de materia prima requerida por producto excedía a la cantidad disponible que arrojó los estudios de caracterización de los residuos.

Es de resaltar que en la búsqueda científica existe un enfoque dedicado específicamente al tema de la generación de biocombustibles a partir de residuos de plátano, sin embargo, no se selecciona como alternativa debido a los requerimientos técnicos, sociales y de mercado que permitirían la implementación de este tipo de tecnología en el Urabá.

### **Conclusión**

Este trabajo se planteó como una investigación exploratoria, buscando identificar residuos agroindustriales de los cultivos de plátano y su aprovechamiento en la obtención de productos de valor agregado como una opción para mejorar el desarrollo económico y social de San Juan de Urabá, además, esta investigación permitió concatenar este proceso investigativo con el cumplimiento de algunos Objetivos de Desarrollo Sostenibles planteados para Colombia.

Este proyecto pudo identificar y cuantificar el tipo y la cantidad de residuos que se generaron en tres (3) fincas del Municipio de San Juan de Urabá en cinco (5) fechas. Es concluyente en esta recolección de la información que los productores de plátano no hacen un producto de valor agregado con los residuos. Pocas veces se usa solo el raquis para hacer compost, pero la mayoría termina desechándose o creando mayores focos de contaminación. El vástago y las hojas del plátano son el mayor residuo cuantificado en las fincas y estas partes del árbol de plátano forman más del 60% de la misma planta, llegando a 45 toneladas por hectárea cultivada. Esta cantidad de residuos tienen potencial para ser empleados como una importante fuente de materia prima en el desarrollo productos de valor agregado, generando beneficios económicos en la región y reduciendo impactos ambientales negativos, producto de la quema y disposición actual. Esto se

evidencia en los resultados de la vigilancia tecnológica en la que se encontraron más de 26 desarrollos tecnológicos creados a partir de residuos de plátano, de los cuales, bajo un análisis preliminar de las condiciones tecnológicas, sociales, ambientales y de mercados, se recomienda la implementación de cinco (5): PHB (bioplásticos), Harina de plátano, paños absorbentes biodegradables, fibras para aglomerados y artículos para el hogar. Los alcances del proyecto llegan hasta la identificación de las alternativas, Sin embargo, se espera que este proyecto sirva de insumos para proyectos futuros que consoliden las alternativas y se conviertan en opciones reales para el municipio. Para avanzar a una fase de implementación se requiere de estudios de factibilidad y posibles pruebas pilotos. Dado que la aplicación de estas alternativas requiere de inversiones en recursos y no se considera posible el ejecutar todos los proyectos, se sugiere, como paso a seguir, una priorización inicial de las alternativas. Para ello es necesario realizar análisis multicriterios preliminares, en donde se evalúen aspectos como las afectaciones ambientales, la productividad y la aceptación del mercado. Así mismo se requiere de un análisis que incluya a los diferentes actores del problema (productores, entidades municipales, habitantes) y que evidencie las preferencias ante la solución del problema.

Se espera que con la continuidad de la presente investigación se genere un impacto positivo en materia ambiental para la región el departamento y el país, enmarcado en el cumplimiento del objetivo para el desarrollo sostenible número 12 “garantizar modalidades de consumo y producción sostenible”, sobre todo si se tiene en cuenta el poco avance logrado a la fecha en Latinoamérica y el Caribe y está como una asignatura pendiente por aprobar por dichos estados.

## **Bibliografía**

Acevedo, M., Acevedo, L., Restrepo-Sánchez, N. & Peláez, C. (2005). The inoculation of microorganisms in composting processes: need or commercial strategy?. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 17, Article #145. Retrieved November 13, 2018, from <http://www.lrrd.org/lrrd17/12/acev17145.htm>

Adeniran, H. A., Abiose, S. H., & Ogunsua, A. O. (2010). Production of Fungal  $\beta$ -amylase and Amyloglucosidase on Some Nigerian Agricultural Residues. *Food and Bioprocess Technology*, 3(5), 693–698. <http://doi.org/10.1007/s11947-008-0141-3>

Bello-Pérez, L.A. and Paredes-López, O. Starches of Some Food Crops, Changes During Processing and Their Nutraceutical Potential. *Food Engineering Reviews*, 1(1), 2009, p. 50-65.

Chavarro, D., Vélez, M. I., Tovar, G., Montenegro, I., Hernández, A., & Olaya, A. (2016). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Colombia y el aporte de la ciencia, la tecnología y la innovación. *Revista de Salud Pública*, 1(3), 183–188. <http://doi.org/10.13140/RG.2.2.31118.87368>

COLCIENCIAS. (2017). Modelo general de buenas prácticas de sostenibilidad en centros de ciencia. Gobierno de Colombia.

- Duque, S. H., Cardona, C. A., & Moncada, J. (2015). Techno-Economic and Environmental Analysis of Ethanol Production from 10 Agroindustrial Residues in Colombia. *Energy & Fuels*, 29(2), 775–783. <http://doi.org/10.1021/ef5019274>
- Forniés, L., Sora, F., Perez, M., Hernandez, A., & Diez, Z. (2007). La inteligencia competitiva como herramienta de innovación. Congreso Internacional Conjunto ADMIngegraf, (1). Retrieved from <http://www.ingegraf.es/XVIII/PDF/Comunicacion17012.pdf>
- Herrero, M. S., Herrera, F., Ardila, A. A., Gutiérrez, E., & Herrera, D. (2018). ODS en Colombia: Los retos para 2030. *Objetivos de Desarrollo Sostenible*.
- Meneses, M. M., Agatón, L. L., Mejía, L. F., Guerrero, L. E., & Botero, J. D. (2010). Aprovechamiento industrial de residuos de cosecha y post-cosecha del plátano en el departamento de Caldas. *Revista Educación En Ingeniería*, 9, 128–139.
- Moreno, J., Candanoza, J., & Olarte, F. (2009). Buenas Prácticas Agrícolas en el Cultivo de plátano de exportación en la región de Urabá.
- Motato R, K. E., Mejía G, A. I., & León P, Á. (2006). Evaluación de los residuos agroindustriales de plátano (*Musa paradisiaca*) y aserrín de abarco (*Cariniana piriformes*) como sustratos para el cultivo del hongo *Pleurotus djamor*. *VITAE Revista de La Facultad de Química Farmacéutica*, 13(1), 24–9. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v13n1/v13n1a04.pdf>
- Naranjo, J. M., Cardona, C. A., & Higueta, J. C. (2014). Use of residual banana for polyhydroxybutyrate (PHB) production: Case of study in an integrated biorefinery. *Waste Management*, 34(12), 2634–2640. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.09.007>
- Olmos, A. (2015). Cadena productiva del plátano departamento de Casanare 2015. *Secretaria de Agricultura Y Ganadería Y Medio Ambiente*, (308), 10–13.
- Prado, C. A., Souza, O., Sellin, N., & Marangoni, C. (2015). Comparison between Single and Multi-Effect Evaporators for Sugar Concentration in Ethanol Production. In *chemical engineering transactions* (Vol. 43). <http://doi.org/10.3303/CET1543091>
- Proexport. (2011). Sector Agroindustrial Colombiano. *ProExport Colombia*, 57(13), 1–17.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2015). Perfil productivo Municipio San Juan de Urabá.
- Saval, S. (2012). Aprovechamiento de residuos agroindustriales: pasado, presente y futuro. *BioTecnología*, 16(2), 14–46.
- Valdivie, M., Rodríguez, B., & Bernal, H. (2008). Alimentación de cerdos, aves y conejos con plátanos (*Musa paradisiaca* L.). *Asociación Cubana de Producción Animal*, 1, 48–50.

Zhang, P., Whistler, R. L., BeMiller, J. N., & Hamaker, B. R. (2005). Banana starch: production, physicochemical properties, and digestibility—a review. *Carbohydrate Polymers*, 59(4), 443–458. <http://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2004.10.014>

## Anexos

Tabla 6 Plantilla Recolección de información por finca

<b>PLANTILLA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN POR FINCAS</b>					
<b>Datos iniciales</b>	<b>Finca :</b>				
Fecha de encuesta					
Número de hectareas					
Número de plantas por hectarea					
<b>TIPO DE RESIDUOS</b>					
<b>FRUTO</b>					
Fruta de exportación en buen estado					
Fruta de exportación averiados					
Fruta mercado nacional AA en buen estado					
Fruta mercado nacional AA averiado					
Fruta pequeña en buen estado					
Fruta pequeña averiado					
Fruta clavo en buen estado					
Fruta clavo averiado					
¿Qué características hacen que los frutos se califiquen como averiados?					
¿Qué hacen con los frutos averiados?					
<b>RAQUIS</b>					
¿Cantidad de raquis por corte o cosecha?					
¿Qué hacen con los raquis?					
¿Qué características tienen los raquis?					
<b>VÁSTAGO</b>					
¿Cantidad de vástago por corte o cosecha?					
¿Qué características tienen los vástagos?					
<b>HOJAS</b>					
¿Cantidad de hojas por corte o cosecha?					
¿Qué hacen con las hojas?					
¿Qué características tiene las hojas?					
<b>OTROS RESIDUOS</b>					
¿Qué otros residuos se generan del cultivo del plátano? (raíces, frutos maduros, etc)					
¿Cuál es la cantidad por cosecha que se obtienen de cada uno de los otros residuos?					
¿Qué hacen con estos residuos?					
¿Tienen otros cultivos en las hectáreas?					
Peso de la planta					