



Institución Universitaria

# **Productos de valor agregado a partir de residuos de cosecha y post- cosecha del plátano para el desarrollo territorial del Municipio de San Juan de Urabá**

**Alejandro Arango Correa  
Haroldo Barbutin Díaz**

Instituto Tecnológico Metropolitano  
Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas  
Maestría en Gestión de la Innovación Tecnológica, Cooperación y Desarrollo Regional  
Medellín, Colombia  
2018



# **Productos de valor agregado a partir de residuos de cosecha y post- cosecha del plátano para el desarrollo territorial del Municipio de San Juan de Urabá**

**Alejandro Arango Correa  
Haroldo Barbutin Díaz**

Trabajo de grado presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:  
**Magister en Gestión de la Innovación tecnológica, Cooperación y Desarrollo  
Regional.**

Director:

Magister en ingeniería Juan Felipe Parra Rodas

Línea de Investigación: Gestión de la tecnología y la innovación

Gestión de la innovación

Grupo de Investigación: Ciencias Administrativas

Instituto Tecnológico Metropolitano

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Medellín, Colombia

2018



## **Dedicatoria**

El presente trabajo de grados está dedicado a Dios, por sus permanentes bendiciones, a mi compañera y a mis hijos como reconocimiento por el tiempo concedido, tiempo robado a nuestra historia, a mi madre, así su memoria se halle perdida entre las marañas del tiempo y no le permita tener aunque sea en sus recuerdos este triunfo que tanto soñó, a mi padre y hermanos, como una promesa cumplida, a mis amigos por su constante apoyo y en especial a mi amigo, que se fue a buscar su alma más allá de la eternidad, a Uveros...pueblito de mis cuitas....

*Haroldo Barbutin Díaz.*

Siempre agradeciendo a la Virgen de Guadalupe por regalarme su bendición y acompañamiento a cumplir mis sueños. Este nuevo logro va dedicado a mi madre y mi padre, quienes son mis ejemplos a seguir en mi vida personal y profesional, por ellos lucho para ser cada día mejor y hacerlos sentir orgullosos del ser humano que han forjado. A mi esposa, quien me aguanto cada día de trasnocho y me sigue amando de la misma manera con la que inicie este logro, Paola que ha sido mi motor para continuar creciendo porque ella sabe que es quererse “comer el mundo” para ser el mejor. A mi hermano, quien siempre soy y seré su ejemplo a seguir. A toda mi familia, principalmente mis abuelos paternos y mi abuelo materno, que siempre con un saludo me demuestran que por más difícil que sea la vida siempre hay que seguir adelante porque todo tiene solución. Por último, a mis compañeros de maestría, mis amigos, mis colegas de trabajo y mis estudiantes que han aportado su granito de arena a hacer de este título una realidad.

*Alejandro Arango Correa*

## **Agradecimientos**

Expresamos nuestros agradecimientos al ITM Institución Universitaria; nos han brindado la oportunidad de formarnos y crecer como profesionales integrales. A nuestro director del trabajo de grado, el profesor Juan Felipe Parra, por la dedicación, compromiso, exigencia y apoyo para dirigir este proyecto. A cada uno de los docentes con los que vimos las asignaturas de la maestría; gracias a todos ellos hemos ampliado nuestros conocimientos y de cada uno tenemos el mejor recuerdo y la transferencia de sus conocimientos para aplicarlo en el día a día. De manera inmensa agradecemos a nuestros compañeros de maestría porque sin ellos no hubiéramos construido un lazo de amistad tan fuerte en el grupo y de cada uno nos llevamos sus experiencias y unos debates que construyeron un conocimiento más amplio en las asignaturas vistas y una voz de aliento en las situaciones más difíciles que en ocasiones vivimos. Por último, una gratitud inmensa a quienes nos colaboraron a cumplir con este proyecto, los habitantes y productores del Municipio de San Juan de Urabá, expertos e investigadores, evaluadores y amistades que han aportado significativamente y de manera invaluable a cumplir con este logro.

Productos de valor agregado a partir de residuos de cosecha y post-cosecha del plátano para el desarrollo territorial del Municipio de San Juan de Urabá	7
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTOS	6
LISTADO DE TABLAS	11
LISTADO DE GRÁFICOS	12
RESUMEN	14
ABSTRACT	15
INTRODUCCIÓN	16
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	18
1.1. Justificación	19
1.2. Antecedentes	22
1.3. Estado del arte	23
1.3.1. Alimentos	23
1.3.2. Insumos	25
1.3.3. Otros productos	26
1.4. Pregunta de investigación	26
1.5. Hipótesis	26
1.6. OBJETIVOS	26
1.6.1. Objetivo General	26
1.6.2. Objetivos Específicos	27

2.	DISEÑO METODOLÓGICO	28
2.1.	Recolección de la Información sobre residuos de plátano	28
2.2.	Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva	29
2.3.	Viabilidad de Productos y Desarrollos Tecnológicos mediante Matriz criterios toma de decisión	29
2.4.	Estrategias de Desarrollo Económico y Social	30
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
3.1.	Recolección de la Información sobre residuos de plátano	31
3.2.	Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva	34
3.2.1.	Definición de palabras claves y ecuaciones de búsqueda	35
3.2.2.	Búsqueda de información	36
3.2.3.	Análisis de la información	38
3.2.4.	Inteligencia competitiva	50
3.3.	Alternativas seleccionadas	51
3.3.1.	Almidón de plátano a partir de cáscaras y plátano de descarte	51
3.3.2.	PHB (Plástico) a partir de cáscara.	52
3.3.3.	Paños absorbentes biodegradables a partir de hojas y vástagos	52
3.3.4.	Artículos para el hogar a partir de vástagos y hojas	53
3.3.5.	Fibras para aglomerados a partir de vástagos	53
3.4.	Viabilidad de Productos y Desarrollos Tecnológicos mediante Análisis jerárquico.	54
3.4.1.	Criterio de productividad	56
3.4.2.	Criterio financiero	57



<b>3.4.3.</b>	<b>Criterio ambiental</b>	<b>58</b>
<b>3.4.4.</b>	<b>Criterio de mercado</b>	<b>60</b>
<b>3.4.5.</b>	<b>Criterio económico-social</b>	<b>62</b>
<b>3.5.</b>	<b>Matrices de priorización</b>	<b>64</b>
<b>3.5.1.</b>	<b>Matriz de Laplace</b>	<b>64</b>
<b>3.5.2.</b>	<b>Matriz de autores</b>	<b>66</b>
<b>3.5.3.</b>	<b>Matriz investigadores</b>	<b>67</b>
<b>3.5.4.</b>	<b>Matriz alcaldía Municipal San Juan de Urabá</b>	<b>68</b>
<b>3.5.5.</b>	<b>Matriz Gobernación de Antioquia</b>	<b>69</b>
<b>3.5.6.</b>	<b>Matriz productores San Juan de Urabá</b>	<b>70</b>
<b>3.5.7.</b>	<b>Matriz habitantes San Juan de Urabá</b>	<b>71</b>
<b>3.5.8.</b>	<b>Matriz Ponderación de actores.</b>	<b>72</b>
<b>3.5.9.</b>	<b>Toma de decisión</b>	<b>73</b>
<b>3.6.</b>	<b>Prospectiva para la toma de decisiones.</b>	<b>75</b>
<b>3.6.1.</b>	<b>Matriz MACTOR</b>	<b>75</b>
<b>3.6.2.</b>	<b>Matriz de influencia directa e indirecta</b>	<b>75</b>
<b>3.6.3.</b>	<b>Escala neta de las influencias directas e indirectas</b>	<b>76</b>
<b>3.6.4.</b>	<b>Distancias netas entre actores</b>	<b>77</b>
<b>3.6.5.</b>	<b>Matriz de posiciones valoradas</b>	<b>78</b>
<b>3.6.6.</b>	<b>Distancias netas entre objetivos</b>	<b>78</b>
<b>3.7.</b>	<b>Estrategias de Desarrollo Económico y Social</b>	<b>79</b>

Productos de valor agregado a partir de residuos de cosecha y post-cosecha del plátano para el desarrollo territorial del Municipio de San Juan de Urabá	10
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>82</b>
4.1. Cumplimiento de los objetivos	82
4.2. Conclusiones	83
4.3. Recomendaciones	86
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>87</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>93</b>
Anexo A. Formato encuesta; Residuos agroindustriales del platano	93
Anexo B. Encuestas realizada en la finca los Espejos	93
Anexo C. Encuestas realizadas en la finca los Robles	93
Anexo D. Encuestas realizadas en la finca Nueva Esperanza	93
Anexo E. Vigilancia tecnológica	93
Anexo F. Herramienta - template AHP de SCBUK	93
Anexo G. Formato encuesta para toma de decisión AHP	93
Anexo H. Encuestas AHP de investigadores para subcriterios cualitativos	93
Anexos I. Encuestas AHP de los actores para toma de decisión	93
Anexo J. Tabulación de los resultados de Toma de decisión	93
Anexo K. Reporte software MACTOR	93

## LISTADO DE TABLAS

TABLA 1 ÁREA, PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE PLÁTANO EN COLOMBIA ENTRE LOS AÑOS 2009 Y 2013. TOMADO DE ANUARIO ESTADÍSTICO MADR-2012 _____	23
TABLA 2 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EN LA FINCA LOS ESPEJOS _____	32
TABLA 3 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EN LA FINCA LOS ROBLES _____	33
TABLA 4 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EN LA FINCA NUEVA ESPERANZA _____	34
TABLA 5 BÚSQUEDA Y CAPTURA DE INFORMACIÓN EN BASE DE DATOS CIENTÍFICAS Y DE PATENTES. ____	37
TABLA 6 RESULTADOS DE POSIBLES PRODUCTOS OBTENIDOS DE LA GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO DE LOS ARTÍCULOS CIENTÍFICOS. _____	44
TABLA 7 DESARROLLOS TECNOLÓGICOS PATENTADOS A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL. _____	49
TABLA 8 PRODUCTOS DESCRITOS DE LAS PUBLICACIONES CIENTÍFICAS Y PATENTES RELEVANTES. ____	50
TABLA 9. DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO DE PRODUCTIVIDAD Y SUS SUBCRITERIOS. _____	56
TABLA 10. DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO FINANCIERO Y SUS SUBCRITERIOS. _____	58
TABLA 11. DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO AMBIENTAL Y SUS SUBCRITERIOS. _____	59
TABLA 12. RESULTADO AHP DEL SUBCRITERIO CONTAMINACIÓN REALIZADO POR EXPERTOS Y LOS AUTORES _____	60
TABLA 13. DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO DE MERCADO Y SUS SUBCRITERIOS. _____	61
TABLA 14. RESULTADO AHP DEL SUBCRITERIO PERTINENCIA REALIZADO POR EXPERTOS Y LOS AUTORES. _____	62
TABLA 15. DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO ECONÓMICO-SOCIAL Y SU SUBCRITERIO. _____	63
TABLA 16. RESULTADO AHP DEL SUBCRITERIO ASOCIATIVIDAD REALIZADO POR EXPERTOS Y LOS AUTORES. _____	64
TABLA 17. MATRIZ DE INFLUENCIA DIRECTA E INDIRECTA. _____	76
TABLA 18. RELACIÓN DE FUERZA DE LOS ACTORES (VALOR RI). _____	76
TABLA 19. MATRIZ NETA DE INFLUENCIAS DIRECTAS E INDIRECTAS DE LOS ACTORES. _____	77
TABLA 20. MATRIZ DE POSICIONES VALORADAS. _____	78

## LISTADO DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 NUBE DE PALABRAS PARA DEFINICIÓN DE PALABRAS CLAVES. _____	35
GRÁFICO 2 NÚMERO DE PUBLICACIONES POR AÑOS DESDE EL 2002 HASTA EL 2018 A NIVEL MUNDIAL ____	39
GRÁFICO 3 PUBLICACIONES POR PAÍSES DURANTE LOS AÑOS 2002 AL 2018 _____	40
GRÁFICO 4 PRINCIPALES AUTORES NIVEL MUNDIAL QUE INVESTIGAN EN TEMAS RELACIONADOS CON RESIDUOS DE PLÁTANO Y BANANO. _____	40
GRÁFICO 5 PRINCIPALES INSTITUCIONES Y ORGANIZACIONES QUE INVESTIGAN EN TEMAS RELACIONADOS CON RESIDUOS DE PLÁTANO Y BANANO A NIVEL MUNDIAL. _____	41
GRÁFICO 6 NÚMERO DE PUBLICACIONES POR AÑOS DESDE 1998 HASTA EL 2018 EN COLOMBIA. _____	42
GRÁFICO 7 PRINCIPALES AUTORES NIVEL MUNDIAL QUE INVESTIGAN EN TEMAS RELACIONADOS CON RESIDUOS DE PLÁTANO Y BANANO. _____	43
GRÁFICO 8 PRINCIPALES INSTITUCIONES Y ORGANIZACIONES QUE INVESTIGAN EN TEMAS RELACIONADOS CON RESIDUOS DE PLÁTANO Y BANANO EN COLOMBIA. _____	43
GRÁFICO 9 NÚMERO DE PATENTES CONCEDIDAS ENTRE LOS AÑOS 2008 Y 2018 A NIVEL MUNDIAL. _____	47
GRÁFICO 10 INVENTORES A NIVEL MUNDIAL DE LAS PATENTES RELACIONADAS EN TEMAS RELACIONADOS CON RESIDUOS DE PLÁTANO Y BANANO. _____	48
GRÁFICO 11 PRINCIPALES INSTITUCIONES Y ORGANIZACIONES QUE PATENTARON EN TEMAS RELACIONADOS CON RESIDUOS DE PLÁTANO Y BANANO. _____	48
GRÁFICO 12 INTERACCIÓN DE LOS CRITERIOS, SUBCRITERIOS Y ALTERNATIVAS SELECCIONADAS PARA LA TOMA DE DECISIÓN. _____	55
GRÁFICO 13. ANÁLISIS DE LA MATRIZ DE PRIORIZACIÓN CON IGUAL PESO EN LOS CRITERIOS –LAPLACE-. _	66
GRÁFICO 14. ANÁLISIS DE LA MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE LOS AUTORES. _____	67
GRÁFICO 15. ANÁLISIS DE LA MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE LOS INVESTIGADORES, _____	68
GRÁFICO 16. ANÁLISIS DE LA MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE LA ALCALDÍA MUNICIPAL DE SAN JUAN DE URABÁ. _____	69
GRÁFICO 17. ANÁLISIS DE LA MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE LA GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA. _____	70
GRÁFICO 18. ANÁLISIS DE LA MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE LOS PRODUCTORES DE PLÁTANO DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN DE URABÁ. _____	71
GRÁFICO 19. ANÁLISIS DE LA MATRIZ DE PRIORIZACIÓN DE HABITANTES DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN DE URABÁ. _____	72
GRÁFICO 20. ANÁLISIS DE LA MATRIZ DE PRIORIZACIÓN PONDERANDO EL PESO DE CADA FACTOR DE CADA ACTOR. _____	73
GRÁFICO 21. RESUMEN DE LA TOMA DE DECISIÓN DE LOS ACTORES FRENTE A LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS. _____	74

Productos de valor agregado a partir de residuos de cosecha y post-cosecha del plátano para el desarrollo territorial del Municipio de San Juan de Urabá	13
--	----

---

GRÁFICO 22. GRÁFICA DE DISTANCIAS NETAS ENTRE ACTORES	77
GRÁFICO 23. GRÁFICO DE DISTANCIAS NETAS ENTRE OBJETIVOS.	79
GRÁFICO 24. FACTORES DETERMINANTES DEL DESARROLLO DE UNA REGIÓN (BOISIER, 2009). ELABORACIÓN PROPIA	80
GRÁFICO 25. ROADMAP DE ESTRATEGIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS PRODUCTIVOS A PARTIR DE RESIDUOS DE PLÁTANO.	81

## RESUMEN

En la cosecha del cultivo de plátano o el banano; solo se aprovecha el fruto lo que equivale aproximadamente al 10% o 20% de la plántula. El resto de ella corresponde al follaje, pseudo-tallo o vástago, raquis y descarte de frutos que no cumplen con parámetros de calidad de exportación o mercado nacional. Estos son denominados residuos agroindustriales y en su mayoría son incinerados, vertidos en fuentes hídricas o convertidos en compost. El presente trabajo tiene por objetivo analizar diferentes productos que se pueden obtener a partir de residuos agrícolas de la cosecha y post-cosecha del plátano para generar desarrollo económico y social en el Municipio de San Juan de Urabá, Antioquia, Colombia. Para llevar a cabo el objetivo se desarrolló una herramienta de recolección de información y caracterización de los residuos en tres (3) fincas del municipio de San Juan de Urabá. Se realizó una vigilancia tecnológica para identificar desarrollos tecnológicos y productos obtenidos por investigaciones y patentes. De estos productos y desarrollos tecnológicos se priorizaron cinco (5) productos potenciales para una posible implementación en el municipio y se aplicó para la toma de decisiones un proceso de análisis jerárquico (AHP) y un análisis de actores (MACTOR). La matriz multicriterio del AHP definió para la mayoría de actores las fibras para aglomerados como mejor producto a desarrollar en el territorio. Sin embargo, al definir la influencia de los actores mediante la herramienta MACTOR, los productos priorizados por la Gobernación de Antioquia y la Alcaldía municipal son los recomendados a desarrollar en el municipio.

**Palabras clave:** Valor agregado, residuos, plátano, vigilancia tecnológica desarrollo territorial.

## **ABSTRACT**

In the plantains and banana harvests; only the fruit is used which is equivalent approximately to the 10% or 20% from the seedling. The rest of it corresponds to the foliage, pseudo stems, rachis and discarded fruits which do not fulfil the quality and export parameters or national market standards. These are called agricultural residues which are mostly incinerated, dumped in water resources or turned into compost. The current paper aims to analyze different products which may be obtained from agricultural residues in the harvest and post-harvest of plantain towards the economy and social development in the San Juan de Urabá municipality. In order to accomplish the objective a tool of information and characterization of the residues in (3) three farms placed at San Juan de Urabá. A technology watch was made in order to identify technical developments and products obtained due to research and patents. From these products and technological development five (5) potential products were selected for a possible implementation in said municipality, it was applied for the decision-making process a hierarchical analysis (HCA) and an actor analysis (MACTOR). The multi-criteria matrix from the HCA defined for the majority of actors the chipboards as the best product. Nonetheless when defining the actors influence by using the MACTOR tool, the products recommended by the Antioquia's Governorship and the Mayor were the selected to develop in the municipality.

**Key words:** Added value, residues, plantain, technology watch, territorial development.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de plátano en el Municipio de San Juan de Urabá, es una actividad tradicional y esencial para la economía campesina, que está compuesta en su mayoría por pequeños productores (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2015). A través de décadas, esta actividad se ha convertido en una fuente generadora de empleo y en un elemento básico de la seguridad alimentaria de sus habitantes. Adicionalmente, Proexport (2011) considera, que el plátano es uno de los productos alimenticios más importantes a nivel nacional, ya que participa con el 6,8% del total de la producción agrícola, ocupando el quinto lugar después del café, la caña de azúcar, la papa, y las flores. El plátano es usado además para la producción de harinas, plátano procesado y concentrados para alimentación animal (Moreno et al., 2009; Falade & Oyeyinka, 2015).

Sin embargo, en la cosecha y post-cosecha, el plátano genera una cantidad aproximada de 20 a 25 toneladas de residuos agroindustriales por cada 1000 plantas. Entre los residuos del proceso encontramos: los vástagos, el raquis de la planta, las hojas y el pseudo-tallo (Valdivie, Rodríguez, & Bernal, 2008). Estos residuos, pese a que tienen potencial como materia prima para generar nuevos productos, son incinerados o vertidos en fuentes hídricas, generando problemas ambientales. Aunque algunos de estos residuos son aprovechados para convertirse en compost, este no posee un valor agregado real (Saval, 2012).

La presente investigación se desarrolla en cuatro capítulos. En el primero se plantea la justificación, los antecedentes, se abordan las teorías y los autores más representativos que han tratado el tema del cultivo del plátano, la generación de residuos agroindustriales en el proceso de cosecha y post-cosecha, la posibilidad de aprovechamiento, el objetivo general y los objetivos específicos a cumplir. En el segundo se plantea la metodología utilizada para el logro de los objetivos, mediante visitas periódicas a la unidades productivas seleccionadas, se realiza el proceso de caracterización de los residuos y su disponibilidad, seguidamente se hace la vigilancia tecnológica, lo que arroja cinco posibles alternativas, se definen los criterios y subcriterios bajo los cuales son evaluadas dichas alternativas mediante



el proceso analítico jerárquico (AHP), una matriz multicriterio y el método MACTOR. El último paso de la metodología, se definirán algunas estrategias y condiciones de viabilidad, factibilidad, mercado, comercialización e innovación requeridos para desarrollar la iniciativa en el territorio. En el capítulo tercero se presentan los resultados, y se resalta que en la recolección de la información se realizó en tres (3) fincas del municipio de San Juan de Urabá. Se priorizan cinco (5) productos por experiencia técnica, financiera y de reconocimiento al territorio pueden desarrollarse en el Municipio, estos productos fueron: Almidón de plátano, polihidroxibutirato, paños absorbentes biodegradables, artículos para el hogar y fibras para aglomerados. Se evaluaron las alternativas identificadas por los distintos actores considerados en el trabajo de grado y permitió concluir que la alternativa más importante era la obtención de fibras para aglomerados. Sin embargo, la gran influencia de la Gobernación frente a los actores también sugiere la harina de plátano como una opción a producir. Por último, se establece como estrategias la construcción de un proyecto de inversión para la búsqueda de financiación con entidades públicas y privadas del producto seleccionado, la estandarización del proceso productivo del producto teniendo en cuenta el documento donde se evidencia el paso a paso de su desarrollo, establecer las condiciones técnicas como un espacio adecuado y la implementación de la tecnología requerida, la formación y contratación de personal idóneo para el desarrollo del producto, la apertura de mercado en la región y el departamento, y la concordancia entre el plan de desarrollo municipal y la posibilidad de establecer una política pública a favor del desarrollo del producto en el territorio. Para finalizar el trabajo de grado, el cuarto capítulo hace referencia a las conclusiones y recomendaciones. En este capítulo se explica de manera concluyente cada uno de los resultados de cada objetivo específico y se establecen las recomendaciones para continuar con esta línea de investigación para innovar en el desarrollo e impacto de los territorios.

## 1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

De acuerdo con la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATA), en la actualidad el Municipio de Urabá cuenta con 4.285 hectáreas de áreas de plátano sembradas para el mercado nacional y 4.200 hectáreas en cosecha, que producen alrededor de 37.800 toneladas de plátano, lo que representa un rendimiento de nueve (9) toneladas por hectárea (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2015).

En estas zonas se estima que de 1.000 plantas de plátano se genera entre 20 a 25 toneladas de residuos agroindustriales (Valdivie, Rodríguez, & Bernal, 2008). De la planta de plátano se considera que en su cosecha solo se aprovecha la parte del fruto, que equivale al 10% o 20% de la plántula. El otro 80% u 90% corresponde al follaje, pseudo-tallo o vástago, raquis y descarte de frutos que no cumplen con parámetros de calidad de exportación o mercado nacional (Meneses, Agatón, Mejía, Guerrero, & Botero, 2010). 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 aprovechadas para convertirse en compost (Saval, 2012). 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).

Aparte de los riesgos agroambientales que generan las deficientes prácticas en el manejo integral del cultivo, cosecha y post-cosecha del plátano, otro de gran importancia para los pequeños y medianos productores es la dependencia económica de su cosecha, debido a la vulnerabilidad por la inestabilidad por los precios del mercado, además de los periodos de baja producción provocadas por las épocas de lluvia y sequía en la región (Corpoica, 2006).

Es necesario entonces la búsqueda e implementación de nuevas alternativas para el sostenimiento económico y alimentario de las comunidades, “encaminar las políticas públicas hacia modelos que reconcilien una productividad aceptable con prácticas ambientales, y socialmente sostenibles” (Begoña & Kuchart, 2010).

### **1.1. Justificación**

El programa Naciones Unidas para el desarrollo, en su trabajo perfil productivo urbano y rural para el Municipio de San Juan de Urabá (2014), establece entre sus conclusiones que “el Municipio basa su economía en el sector agropecuario, especialmente en el cultivo de plátano. El Municipio, debe entonces apostarle a una transformación de vocación, que le permita encaminarse hacia actividades que generen valor agregado y empleo, dejando la dependencia del cultivo del plátano” (página 79). También es válido pensar en la agroindustria entorno a este fruto, que permita una transformación del cultivo y a su vez el aprovechamiento de sus residuos; por ejemplo: bocadillos de plátano, patacones pre-cocidos (Dávila, 2014; Arteaga et al., 2015). Sin embargo, es de aclarar que las estrategias para aprovechar residuos agrícolas de los cultivos nunca reducirán la dependencia a los cultivos y solo es una estrategia para mitigar problemas ambientales y tener oportunidades de ingresos a los productores.

La cadena productiva está integrada por los comerciantes mayoristas, productores de harina de plátano y las empresas productoras de pasa bocas y del canal productor-agroindustria donde el productor es el abastecedor directo de la industria de congelados y snack (Castro, 2012; Agama-Acevedo et al., 2016). En los últimos años la actividad agroindustrial del plátano muestra avances significativos en el crecimiento del consumo de materia prima, el Informe Final de Gestión del Año 2013 de la Coordinación Nacional de la Cadena de Plátano, estima que el mercado industrial absorbe alrededor de 12 mil toneladas menos del 0,5% de la producción, destinada principalmente a la preparación de comestibles (snacks), harinas, productos procesados para consumo humano y alimentos concentrados para consumo animal

Para el Municipio es necesario planes y proyectos que dinamicen de forma consistente la empleabilidad, sobre todo teniendo en cuenta información del Departamento para la Prosperidad Social –DPS cuando dice “San Juan de Urabá, tiene como municipio 83.5% de índice de pobreza multidimensional (IPM), un 70.6% de dependencia económica, considerada una alta tasa de dependencia para este

municipio y tiene un escenario de empleo informal de un 98.1%” cifras que ponen en evidencia la brecha entre los pobladores y su estructura productiva “como una de las más rezagadas del Departamento de Antioquia, la población trabaja especialmente en la explotación agrícola, sobre todo parcelas de plátano, en el sector comercio, la mayoría de manera informal y el sector público” tal situación obedece al rezago de su estructura productiva lo que se traduce en baja competitividad.

La actual administración Municipal de San Juan de Urabá es consciente del potencial y de las oportunidades de desarrollo que existen en el sector y el plan de desarrollo 2016-2019, “Un pueblo con esperanza”, en la línea estratégica 2, “la nueva ruralidad para vivir mejor en el campo”, traza como objetivo potenciar el desarrollo económico, social y ambiental en el municipio a través del uso sostenible de los recursos naturales, la conectividad del territorio y su ocupación responsable, partiendo de sus particularidades y los modos de vida de la población sanjuanera. De forma similar, en el componente de ordenamiento territorial rural, el objetivo está orientado a implementar las acciones necesarias para que el uso del suelo rural en San Juan de Urabá sea ordenado de acuerdo a su vocación y potencial productivo, así como disminuir los conflictos de uso y la informalidad en la tenencia y propiedad de la tierra.

El mayor potencial de desarrollo del Municipio está en la agricultura, así lo contempla el plan de desarrollo, por lo que considera entre sus objetivos la mejora de la calidad del producto, darle valor agregado y optimizar el uso del suelo en aras de aprovechar de mejor manera dicho potencial, refiriéndose a la anterior consideración en uno de sus apartes expresa “existen tierras subutilizadas o utilizadas en actividades inadecuadas como la ganadería y sectores con potencial turístico sin vías de acceso y sin conexión de servicios públicos”. Con el fin de darle solución a esta problemática y sacar mayor provecho al potencial agroindustrial del territorio se “Pretende ampliar el área destinada a la agricultura y crear una zona agro industrial, dotada con la infraestructura energética, vial y de servicios públicos apropiada para el desarrollo de proyectos empresariales enfocados a aprovechar

los nuevos mercados asociados al comercio exterior” (Plan de desarrollo 2016-2019 Un pueblo con Esperanza).

La ampliación de esta zona implicaría una mayor cantidad de residuos dispuestos para procesar y agregarle valor mediante la implementación de alternativas innovadoras que vayan más allá de la comercialización de la fruta, intervenir toda la cadena productiva con una variedad de productos que van desde la obtención de glucosa, empaques de papel biodegradables, comestibles, alimentos para humanos, animales y hasta artesanías; teniendo en cuenta que se avecina la construcción de un nuevo puerto y nuevas vías que permitirán aprovechar esas nuevas sinergias que se generen con el interior de país.

Otra estrategia contemplada en el plan de desarrollo con la que se pretende avanzar, es el de fomento y apoyo para el emprendimiento empresarial, “busca impulsar y estimular la cultura emprendedora, de competitividad, innovación y la creación de nuevas empresas”. Tal iniciativa comprenderá las unidades tanto productivas como comercializadoras que inicien operaciones en el municipio. “El objetivo de este programa es acelerar el progreso económico y social del municipio y disminuir brechas de generación de ingreso y de empleo formal con el Departamento y la nación.

El crecimiento empresarial es otra arista importante en la búsqueda de la competitividad en el Municipio, “fortalecerlo, es indispensable, ayudar a consolidar y a crecer las pocas existentes; también es necesario evitar en lo posible la desaparición de empresas en las primeras etapas para llegar a su consolidación y solidez”.

Incentivar y potenciar la MIPYME con el fin de prepararlas para que puedan afrontar las nuevas dinámicas que genera la demanda del comercio regional y nacional y puedan insertarse al mercado con productos de alto valor agregado es una manera de proteger el mercado interno y ampliar y diversificar las exportaciones.

## **1.2. Antecedentes**

El plátano, originario del sudeste asiático, fue traído al país por los españoles en el siglo XVI (Okorie et al., 2014). En Colombia, las variedades de plátano cultivadas son: dominico-hartón, dominico, hartón, pelpita, morado, cachaco, popocho, pompo, maqueño, guineo y trucho. La producción de plátano está localizada principalmente en las regiones andinas e interandina (58%), seguida por la Orinoquia (15%) y el Caribe. Los principales departamentos productores son Quindío, Meta y Antioquia. (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2014).

Por su parte, el plátano de exportación se cultiva principalmente en la zona de Urabá (Moreno et al., 2009; Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2014). El Municipio de San Juan de Urabá soporta su economía en el sector agropecuario en un 80% (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2015) siendo este su principal producto; es una actividad tradicional y esencial para la economía campesina compuesta básicamente por pequeños productores.

A través de décadas este se ha convertido en una fuente generadora de empleo y en elemento básico en la seguridad alimentaria de sus habitantes. La variedad más cultivada, en la región, es el hartón; los corregimientos con mayor área sembrada son Damaquiel, San Nicolás del Río, Belén, Uveros y las veredas Bocas del Río y La Balsilla (Municipio de San Juan de Urabá, Plan de Desarrollo 2012-2015).

En lo concerniente a la comercialización internacional de la fruta, Colombia aparece como el primer exportador mundial de plátano, seguido de Ecuador, Guatemala y República Dominicana (Roldán, Salazar, Tejada, & Yadira, 2004; PRO ECUADOR, 2015). Por otro lado, el destino más importante de las importaciones mundiales es Estados Unidos, quien en el año 2007 realizó compras de plátano por 255.055 toneladas. Luego, en orden de importancia, los países de la Unión Europea adquirieron en 2007 un 26,5% del total de las importaciones mundiales equivalentes a 161.200 toneladas.

Tabla 1 Área, producción y rendimiento de la producción de plátano en Colombia entre los años 2009 y 2013. Tomado de Anuario estadístico MADR-2012

<b>Plátano</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
Área (has)	332.387	368.654	376-653	385.485	394.351
Producción (t)	2.604.550	3.269.558	3.107.387	3.276.622	3.351.983
Rendimiento (T/h)	7.8	8.0	8.2	8.5	8.5

### 1.3. Estado del arte

En el proceso productivo, especialmente la cosecha y post-cosecha, se generan una gran cantidad de residuos agroindustriales que han centrado la atención de investigaciones a nivel mundial; esto se debe a que los residuos pueden ser materia prima para generar productos de interés y de valor agregado. (Saval, 2012; Khawas & Deka, 2016), La Biotecnología ha jugado un papel muy importante al biotransformar los residuos agroindustriales en productos de valor como: abonos orgánicos, alimento para consumo humano y animal, biopolímeros, obtención de enzimas y bioetanol (Saval, 2012; Khawas & Deka, 2016). Se ha evidenciado investigaciones que permiten visionar productos que generen desarrollo económico y mejoramiento ambiental; teniendo en cuenta la variedad de productos derivados del aprovechamiento industrial de los residuos de la cosecha y post-cosecha del cultivo del plátano, en la presente investigación se han segmentado en tres grupos.

#### 1.3.1. Alimentos

En este se destacan las investigaciones relacionadas con productos y subproductos para la industria agroalimentaria que utiliza el plátano para la elaboración de snack, o con destino a la fabricación de almidones, harinas, hojuelas y cereales, texturizante, espesante, estabilizador, gelificante o para la elaboración de recubrimientos comestibles y como concentrado para alimentación animal, en el que sobresale el trabajo de Botero & Mazzeo, (2009); Izquierdo, (2009) con obtención de un suplemento alimenticio para alimentación animal formulado con harinas de almidón a partir de raquis y frutos descartados de las exportaciones y las ventas nacionales y una fuente rica de proteína como es la Spirulina (Rodríguez et al., 2013).

En la obtención de almidón se destaca su potencial por sus propiedades físicas, químicas, funcionales, y a su digestibilidad, modificación química y usos industriales. Este polisacárido tiene variadas y numerosas aplicaciones en diferentes industrias, entre las que se pueden mencionar: papel, textil, farmacéutica, adhesivos y alimentos. En esta última, se utiliza como texturizante, espesante, estabilizador, gelificante o para la elaboración de recubrimientos comestibles (Penaranda Contreras, Perilla, & Algecira Enciso, 2008).

El Grupo de Investigación de Procesos Químico Catalíticos y Biotecnológicos de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales (2015) trabajó en la obtención de glucosa del almidón obtenido de la fruta de desecho y consideran que se puede producir glucosa de manera rentable, sostenible y en cantidades suficientes para su uso a escala industrial, por ejemplo, en la confitería. Esto permitirá mayores ingresos que los logrados por la venta del producto en fresco.

Por su parte Aparicio-Saguilán et al. (2014) advierten el creciente interés por la producción de almidón de fuentes distintas a las tradicionales debido al hallazgo de propiedades fisicoquímicas y funcionales diferentes a las que presentan los almidones convencionales, como los aislados de maíz, arroz, trigo y papa. De igual manera en estudios realizados, Utrilla-Coello et al (2014) han reportado la evaluación de las propiedades fisicoquímicas, estructurales y funcionales de almidones aislados de diversas variedades de plátano y sus características de digestibilidad. Así mismo, Bello-Pérez et al (2002) y Aparicio-Saguilán et al (2014) obtuvieron almidones modificados mediante la hidrólisis de almidones de plátano, por métodos enzimáticos y ácidos. Por lo reportado en sus hallazgos de caracterización, permite concluir que este tipo de almidón podría utilizarse para desarrollar nuevos productos, especialmente como nuevos ingredientes con características nutracéuticas (Martínez et al., 2017; Melo-Sabogal et al., 2015).

Una alternativa de desarrollo de nuevos productos puede darse con la obtención de malto dextrina, que es un polisacárido no dulce, se utiliza en la industria alimentaria y farmacéutica porque permite la unión de sabor y grasa, la reducción de la



permeabilidad del oxígeno a la pared de la matriz y la viscosidad aparente de un fluido (Melo-Sabogal et al., 2015).

### **1.3.2. Insumos**

En esta clasificación, se relacionan las iniciativas de productos no alimenticios pero que sirven como insumos para la elaboración por ejemplo de papel, textil, farmacéutica, y tratamiento de aguas residuales entre otros.

En el estudio “Aprovechamiento industrial de residuos de cosecha y post-cosecha del plátano en el Departamento de Caldas” se ensayaron dos métodos de elaboración de papel en forma exploratoria, uno artesanal (Carrillo et al., 1999) y otro químico (Blanco, 2000), este último con dos variantes de reactivos para comparar la calidad de la fibra extraída lo que permitió determinar la mejor calidad del método químico.

En otra investigación denominada “Usos potenciales de la cáscara de banano: elaboración de un bioplástico” J. López, considera que por el contenido de cadenas de polisacáridos como la amilosa y amilopeptina es posible por medio de hidrólisis, fermentación y destilación la obtención de etanol (López, Cuarán, Arenas, & Flórez, 2014). En otro estudio desarrollado por Kasper (2013), identificó que los residuos podrían ser empleado para la producción de biocombustibles y otros bioproductos por su contenido de azúcares distribuidos en la celulosa y almidón, el mismo estudio identificó que las hojas por las características de baja humedad podrían ser usados para en tratamiento de carácter energético (López et al., 2014).

En el campo de los compuestos aromáticos, de gran importancia en las industrias de alimentos, farmacéuticas, de cosméticos y alimentos para animales, Granda, et al. (2005) concluyó que el sistema conformado por hojas-frutos muestran en cantidades apreciables la presencia de ácido ferúlico, vainilla, ácido vainillínico y eugenol, en mismo estudio también identificó que la combinación para la producción de las enzimas ligninoperoxidasa y manganesoperoxidasa es la conformada por hojas-tallos de plátano *Musa paradisiaca*. Estas enzimas pueden ser usadas en el

tratamiento de aguas residuales, en el proceso de blanqueamiento durante la elaboración del papel, y en la degradación de colorantes (Granda, Mejía, & Jiménez, 2005).

### **1.3.3. Otros productos**

Entre otros productos que se pueden obtener a partir de residuos de la cosecha y post-cosecha del cultivo del plátano se encuentra el bioplástico, el cual surge como una alternativa debido a la problemática ambiental que ocasionan los plásticos derivados del petróleo. (Donoso et al., 2009). Pruebas de tinción con lugol mostraron la presencia de este componente en las cáscaras, se utilizó este material para realizar las diferentes pruebas, pero sin extraerlo de la cáscara, lo cual es un aporte frente a otras investigaciones en las que se obtiene el biopolímero a partir de almidón puro nativo o modificado químicamente (López et al., 2014).

### **1.4. Pregunta de investigación**

¿Cómo aprovechar los residuos del monocultivo del plátano en San Juan de Urabá para generar productos de valor agregado que contribuyan al desarrollo económico y social?

### **1.5. Hipótesis**

El considerable volumen de residuos agroindustriales de la cosecha del plátano permitirá desarrollar productos de valor agregado en el Municipio de San Juan de Urabá. La generación de estos productos y desarrollos tecnológicos a partir de la transformación de estos residuos como materia prima, permitirán a la sociedad implementar estrategias de emprendimiento, de gestión de la innovación y de mercadeo para mejorar los ingresos de los pequeños productores.

### **1.6. OBJETIVOS**

#### **1.6.1. Objetivo General**

Analizar diferentes productos que se pueden obtener a partir de residuos agrícolas de la cosecha y post-cosecha del plátano para generar desarrollo económico y social en el Municipio de San Juan de Urabá.

### **1.6.2. Objetivos Específicos**

Cuantificar los diferentes residuos obtenidos en la post-cosecha de plátano (vástago, raquis y plátano de rechazo y descarte) para cada una de las unidades productivas priorizadas en el Municipio de San Juan de Urabá.

Identificar mediante búsqueda bibliográfica y de patentes (vigilancia tecnológica); los productos y desarrollos tecnológicos obtenidos a partir de residuos agrícolas de la cosecha y post-cosecha del plátano existentes a nivel mundial.

Validar la viabilidad y factibilidad de los productos y desarrollos tecnológicos identificados para las condiciones productivas del Municipio de San Juan de Urabá.

Proponer las tecnologías y nuevos productos pertinentes para el diseño de estrategias que mejoren el desarrollo económico y social del Municipio de San Juan de Urabá.

## **2. DISEÑO METODOLÓGICO**

En el proceso de búsqueda para el aprovechamiento de los residuos de la cosecha y post-cosecha del cultivo del plátano en el Municipio de San Juan de Urabá, se planteó la presente propuesta metodológica con nivel de investigación exploratoria y descriptiva, el diseño es de investigación documental y de campo de tipo cualitativa y cuantitativa. Para el análisis cuantitativo se tiene como unidad de análisis las unidades productivas de plátano de San Juan de Urabá y las variables son el número de plántulas/área; número de residuos/área y tipo de residuo. La muestra estadística son tres (3) unidades productivas de plátano con un área aproximada de 33 hectáreas equivalente al 0,75% de las 4,285 sembradas en plátano del Municipio. La presente sección trata de describir la forma cómo se realizó el estudio; La finalidad de esta sección es describir detalladamente el diseño experimental de la investigación, de forma que sea reproducible y que pueda validarse científicamente (Vera, 2013).

### **2.1. Recolección de la Información sobre residuos de plátano**

Consiste en el trabajo de campo de recopilación de datos mediante entrevistas a productores, compradores, trabajadores, entrevistas y consultas a expertos, toma de muestras, observación activa, análisis documental y revisión bibliográfica entre otros. Dichos datos son procesados convirtiéndolos en información para convertirlo en conocimiento útil.

Durante cinco sesiones de cosecha en tres fincas con un área total de treinta y tres hectáreas cultivada de plátano del Municipio de San Juan de Urabá, se analizó y procesó la información recolectada, dicha información permitió determinar los productos, subproductos y residuos del plátano en el área de estudio en los periodos de cosecha y post-cosecha y con base en esta se identificó el potencial productivo y se estableció el porcentaje de las segundas, terceras y residuos.

La recolección de la muestra se realizó mediante un método de muestreo no probabilístico denominado muestreo intencional o de conveniencia, se debe a la selección directa de la muestra por parte de los investigadores al permitir el fácil

acceso a la información mediante individuos que aportan los datos requeridos para una investigación exploratoria como es este caso.

## **2.2. Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva**

Es un proceso sistemático de búsqueda, captura, análisis y explotación de información de un tema específico útil para definir las estrategias en una organización o proyecto determinado.

En el proceso de búsqueda de productos y desarrollos tecnológicos elaborados con residuos de plátanos se usó 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.

## **2.3. Viabilidad de Productos y Desarrollos Tecnológicos mediante Matriz criterios toma de decisión**

En esta fase se desarrolló una matriz que permitió evaluar las alternativas identificadas mediante la vigilancia tecnológica y comercial bajo los criterios de: productividad, financiero, ambiental, mercado y económico social. Estas alternativas fueron sometidas a evaluación por los actores definidos en la metodología bajo los criterios antes descritos, lo que finalmente arrojó unas ponderaciones que definieron en orden de importancia las mejores alternativas para ser tenidas en cuenta para su posible implementación. Además, mediante el método MACTOR se reconoció la

influencia que tienen los diferentes actores para la toma de decisión final del producto seleccionado.

#### **2.4. Estrategias de Desarrollo Económico y Social**

A partir de las alternativas seleccionadas se plantea consideraciones de factibilidad, viabilidad, mercado, comercialización e innovación. De esta manera, se plasmó la ruta a seguir mediante un roadmap que permitió evidenciar los requerimientos necesarios para la implementación del producto en el territorio.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En este capítulo se presenta los resultados del estudio realizado según lo propuesto en la metodología, que tuvo como propósito la búsqueda de alternativas productivas para el aprovechamiento de los residuos de la cosecha y post-cosecha del cultivo del plátano en el Municipio de San Juan de Urabá, así como el análisis y recomendaciones de los resultados obtenidos.

#### **3.1. Recolección de la Información sobre residuos de plátano**

Para el desarrollo del presente trabajo de grado fue importante recolectar la información sobre la cosecha de plátano y la cantidad de residuos de plátano que se generan. La información es suministrada por tres fincas: Los espejos, Los Robles y Nueva Esperanza; y se toman los datos en cinco (5) fechas diferentes para asegurar la veracidad y la cantidad de residuos que pueden generarse durante un periodo de tiempo. El Anexo A. se visualiza el formato para la recolección de la información

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 2, muestra el total de la producción en la finca Los Espejos durante la toma de información, en total 37.608 plátanos de los cuales el 43% fueron para exportación, el 14% para consumo nacional, 12% denominado fruta pequeña, el porcentaje de clavo fue de 7,9%, y el total de plátanos averiados del 22,4%. En la tabla 3, se muestra el total de la producción en la finca Los Robles durante la toma

de información, en total 36.739 plátanos de los cuales el 46% fueron para exportación, el 14% para consumo nacional, 10% denominado fruta pequeña, el porcentaje de clavo fue de 7,4%, y el total de plátanos averiados del 23%. Por último, durante la recolección de la información se aprecia en la tabla 4, el total de la producción en la finca Nueva Esperanza con 72.117 plátanos; de los cuales el 59% fueron para exportación, el 9,4% para consumo nacional, 7,4% denominado fruta pequeña, el porcentaje de clavo fue de 4,8%, y el total de plátanos averiados fue del 19%.

Tabla 2 Recolección de información en la finca Los espejos (Ver anexo B).

<b>Datos iniciales</b>	<b>Finca Los espejos</b>				
Fecha de encuesta	7/09/2017	15/09/2017	28/09/2017	5/10/2017	19/10/2017
Número de hectárea	15	15	15	15	15
Número de plantas por hectárea	1670				
	<b>TIPO DE RESIDUOS</b>				
	<b>FRUTO</b>				
Fruta de exportación en buen estado	4088	2920	3118	3198	2925
Fruta de exportación averiados	256	190	1235	965	975
Fruta mercado nacional AA en buen estado	507	1400	1431	963	1052
Fruta mercado nacional AA averiado	78	523	459	396	426
Fruta pequeña en buen estado	1003	652	1232	1041	698
Fruta pequeña averiado	88	351	582	481	281
Fruta clavo en buen estado	297	540	745	785	606
Fruta clavo averiado	49	253	215	302	302
¿Qué características hacen que los frutos se califiquen como averiados?	Fruta con puntas dañados, maltratados, manchados, picados o rajados				
¿Qué hacen con los frutos averiados?	Son vendidos				
	<b>RAQUIS</b>				
¿Cantidad de raquis por corte o cosecha?	347	189	230	235	228
¿Qué hacen con los raquis?	Son usados para abono orgánico				
¿Qué características tienen los raquis?	Largos, gruesos y de color verde oscuro				
	<b>VÁSTAGO</b>				
¿Cantidad de vástago por corte o cosecha?	347	189	230	235	228
¿Qué características tienen los vástagos?	Largos y gruesos				
	<b>HOJAS</b>				
¿Cantidad de hojas por corte o cosecha?		1456	1840	1880	1824
¿Qué hacen con las hojas?	Se desechan				
¿Qué características tiene las hojas?	anchas largas y de color amarillento				
	<b>OTROS RESIDUOS</b>				
¿Qué otros residuos se generan del cultivo del plátano? (raíces, frutos maduros, etc)	Raquis malos, plátanos maduros, vástagos				
¿Cuál es la cantidad por cosecha que se obtienen de cada uno de los otros residuos?	2302				
¿Qué hacen con estos residuos?	En el caso de los plátanos se venden los raquis y vástagos son				
¿Tienen otros cultivos en las hectáreas?	NO				
Peso por planta	21 kg promedio de planta y por cada vástago se cuenta una planta				



Tabla 3 Recolección de información en la finca Los Robles (Ver anexo C).

Datos iniciales	Finca Los robles				
Fecha de encuesta	7/09/2017	15/09/2017	28/09/2017	5/10/2017	19/10/2017
Número de hectárea	15	5	5	5	5
Número de plantas por hectárea	1540				
	<b>TIPO DE RESIDUOS</b>				
	<b>FRUTO</b>				
Fruta de exportación en buen estado	2920	4818	3276	3510	2400
Fruta de exportación averiados	47	250	1589	1086	483
Fruta mercado nacional AA en buen estado	173	1232	1822	1098	775
Fruta mercado nacional AA averiado	28	821	585	507	295
Fruta pequeña en buen estado	253	860	1020	968	500
Fruta pequeña averiado	45	258	653	459	189
Fruta clavo en buen estado	51	500	998	875	308
Fruta clavo averiado	20	323	379	256	109
¿Qué características hacen que los frutos se califiquen como averiados?	Dañados, maltratados, manchados, despicados y rajados				
¿Qué hacen con los frutos averiados?	Son vendidos				
	<b>RAQUIS</b>				
¿Cantidad de raquis por corte o cosecha?	154	282	239	245	210
¿Qué hacen con los raquis?	Son usados para abono orgánico				
¿Qué características tienen los raquis?	Largos, gruesos y de color verde oscuro				
	<b>VÁSTAGO</b>				
¿Cantidad de vástago por corte o cosecha?	154	282	239	245	210
¿Qué características tienen los vástagos?	Largos y gruesos				
	<b>HOJAS</b>				
¿Cantidad de hojas por corte o cosecha?		2256	1912	1960	1680
¿Qué hacen con las hojas?	Se desechan				
¿Qué características tiene las hojas?	anchas largas y de color amarillento				
	<b>OTROS RESIDUOS</b>				
¿Qué otros residuos se generan del cultivo del plátano? (raíces, frutos maduros, etc)	Raquis malos, plátanos maduros, vástagos				
¿Cuál es la cantidad por cosecha que se obtienen de cada uno de los otros residuos?	2592				
¿Qué hacen con estos residuos?	En el caso de los plátanos se venden los raquis y vástagos son				
¿Tienen otros cultivos en las hectáreas?	NO				
Peso por planta	21 kg promedio de planta y por cada vástago se cuenta una planta				

De manera general, se resalta 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 4 Recolección de información en la finca Nueva esperanza (Ver anexo D).

Datos iniciales	Finca Nueva esperanza				
Fecha de encuesta	7/09/2017	15/09/2017	28/09/2017	5/10/2017	19/10/2017
Número de hectárea	13	13	13	13	13
Número de plantas por hectárea	1920				
	<b>TIPO DE RESIDUOS</b>				
	<b>FRUTO</b>				
Fruta de exportación en buen estado	12470	11242	8475	6225	4125
Fruta de exportación averiados	994	1822	1589	968	1675
Fruta mercado nacional AA en buen estado	1957	1400	1235	1012	1200
Fruta mercado nacional AA averiado	904	722	785	856	498
Fruta pequeña en buen estado	1600	650	1520	859	687
Fruta pequeña averiado	396	382	425	312	214
Fruta clavo en buen estado	708	510	856	783	593
Fruta clavo averiado	289	301	255	302	321
¿Qué características hacen que los frutos se califiquen como averiados?	Dañados, maltratados, manchados, despucados y rajados				
¿Qué hacen con los frutos averiados?	Son vendidos				
	<b>RAQUIS</b>				
¿Cantidad de raquis por corte o cosecha?	664	562	522	452	252
¿Qué hacen con los raquis?	Son usados para abono orgánico				
¿Qué características tienen los raquis?	Largos, gruesos y de color verde oscuro				
	<b>VÁSTAGO</b>				
¿Cantidad de vástago por corte o cosecha?	664	562	522	452	252
¿Qué características tienen los vástagos?	Largos y gruesos				
	<b>HOJAS</b>				
¿Cantidad de hojas por corte o cosecha?	5312	4496	4176	3616	2016
¿Qué hacen con las hojas?	Se desechan				
¿Qué características tiene las hojas?	anchas largas y de color amarillento				
	<b>OTROS RESIDUOS</b>				
¿Qué otros residuos se generan del cultivo del plátano? (raíces, frutos maduros, etc)	Raquis malos, plátanos maduros, vástagos				
¿Cuál es la cantidad por cosecha que se obtienen de cada uno de los otros residuos?	2591				
¿Qué hacen con estos residuos?	En el caso de los plátanos se venden los raquis y vástagos son				
¿Tienen otros cultivos en las hectáreas?	NO				
Peso por planta	21 kg promedio de planta y por cada vástago se cuenta una planta				

### 3.2. Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva

La presente vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva se realizó por medio de cuatro (4) etapas: Definición de las palabras claves y ecuaciones de búsqueda;

búsqueda de información; análisis de la información; e inteligencia competitiva. Estas etapas permitieron depurar la información relevante y hallar investigaciones y patentes relacionadas con los productos obtenidos a partir de residuos de plátano y banano (Ver anexo E).

### 3.2.1. Definición de palabras claves y ecuaciones de búsqueda

Para la definición de las palabras claves se consideran las palabras que describan el contenido del trabajo de grado. Además, las palabras claves son seleccionadas 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.

### **3.2.2. 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 5.

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.

Tabla 5 Búsqueda y captura de información en base de datos científicas y de patentes.

Fecha	Fuente	Ecuación de búsqueda	N° Resultados
10/02/2018	google academico	residuos del platano pdf	6.770
10/02/2018	google academico	aprovechamiento residuos poscosecha platano	1.090
20/02/2018	google academico	residuos del platano pdf	6.770
20/02/2018	google academico	aprovechamiento residuos poscosecha	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+platano	25
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
22/02/2018	SIPI	platano	9
23/02/2018	SIPI	banano	13
23/02/2018	SIPI	residuo	20
10/03/2018	Patentscope	"waste" and ("banana" or "plantain")	10

### 3.2.3. 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.

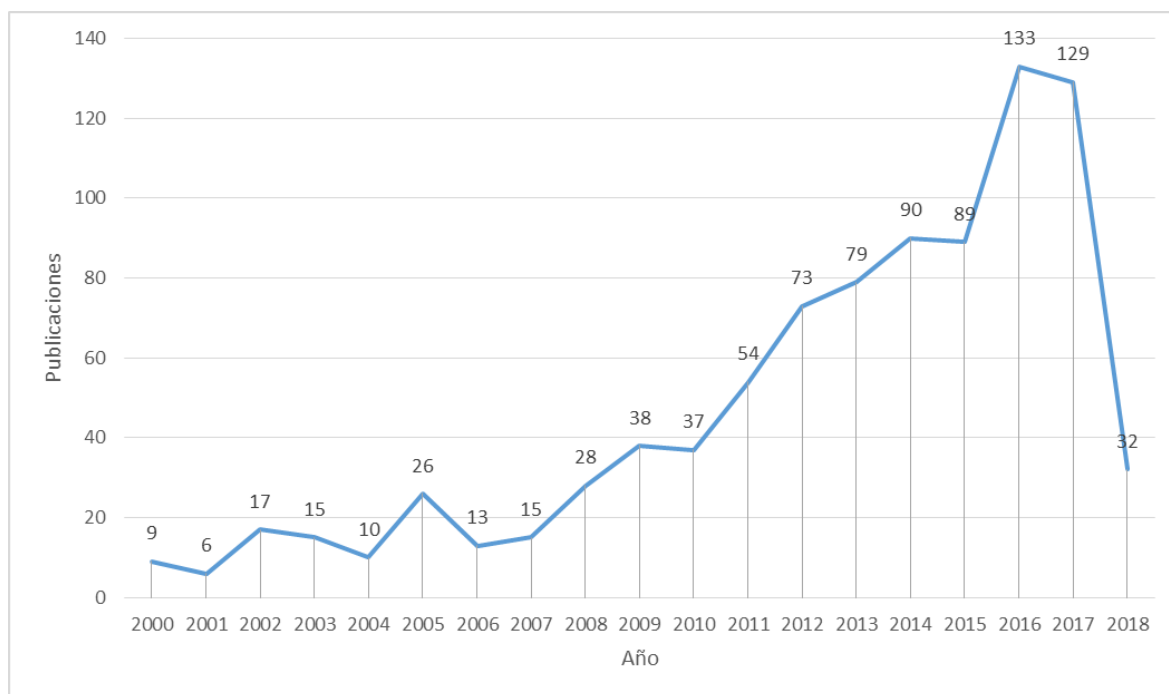


Gráfico 2 A. Número de publicaciones desde el 2002 hasta el 2018 a nivel mundial. B. Porcentaje de participación de cada país con respecto a las publicaciones entre los años 2002 y 2018

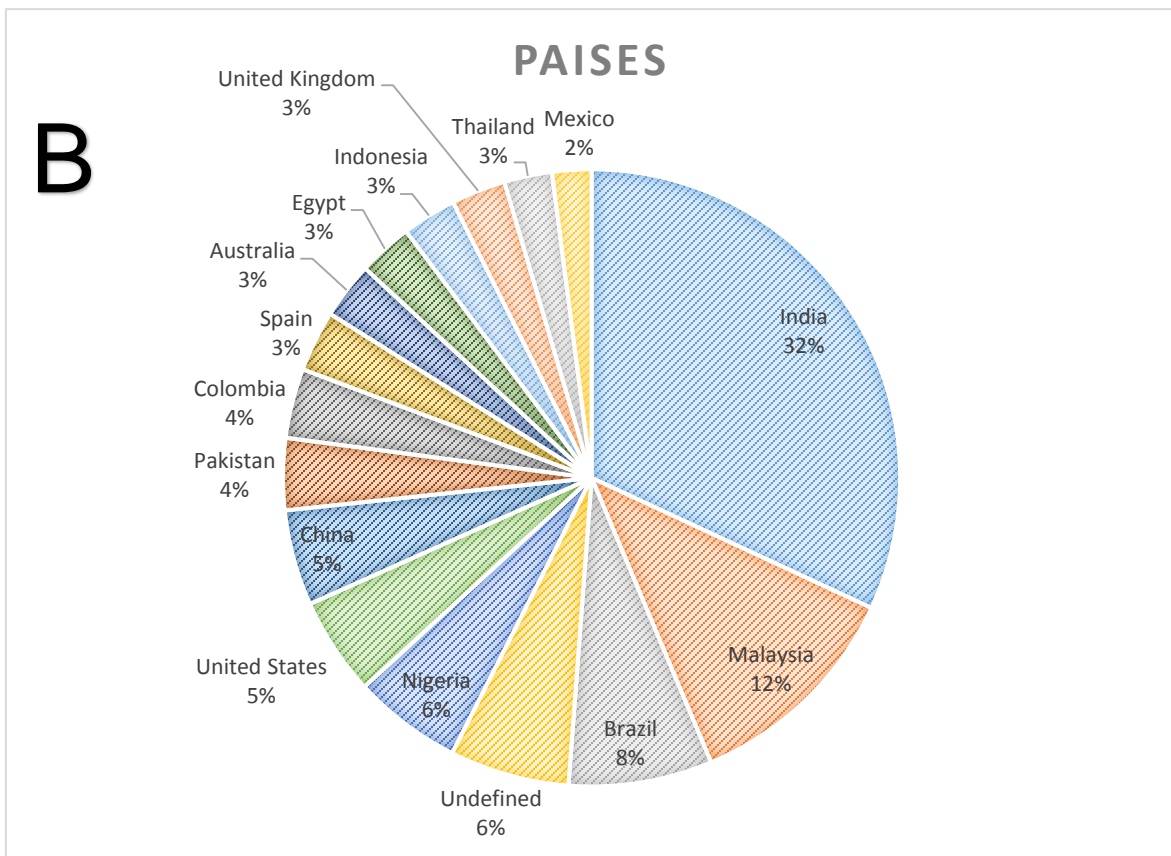
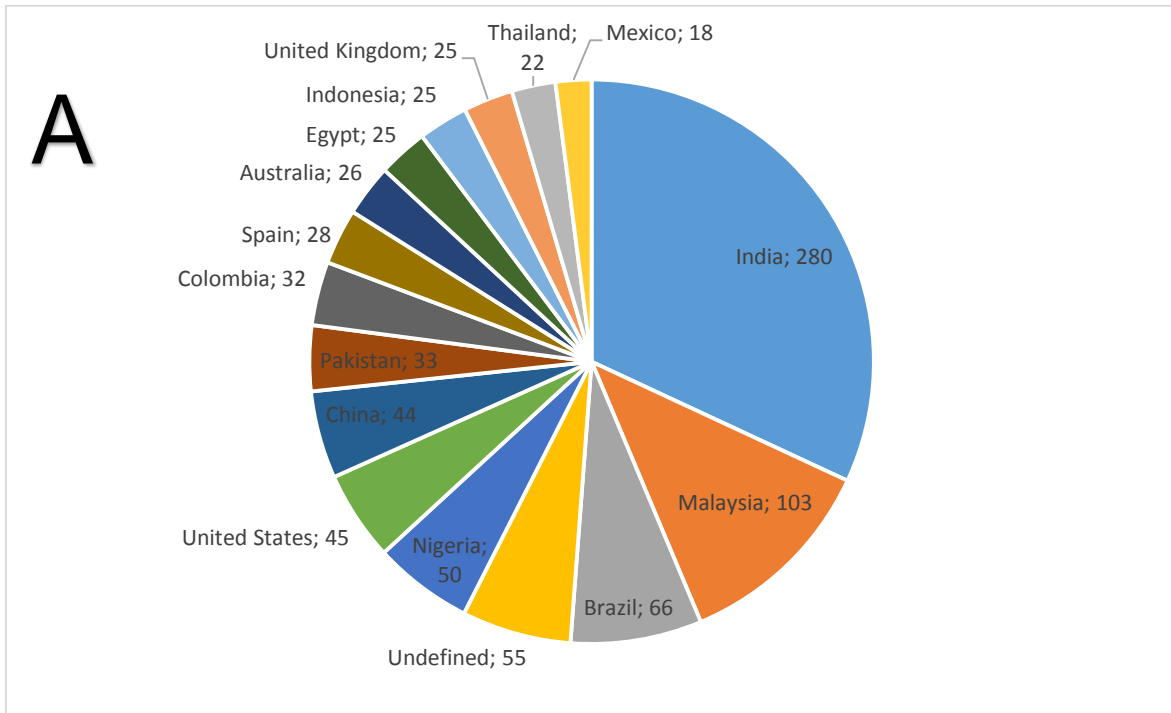


Gráfico 3 Publicaciones por países durante los años 2002 al 2018

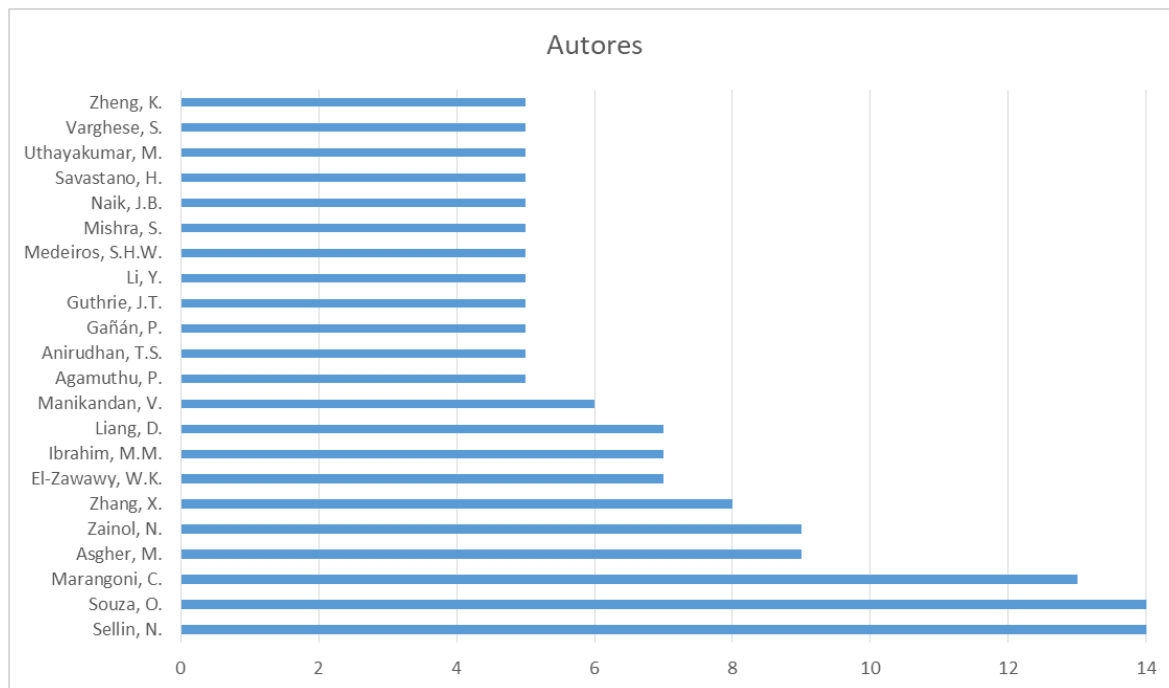


Gráfico 4 Principales autores nivel mundial que investigan en temas relacionados con residuos de plátano y banano.

En la gráfica 4 se aprecia a la investigadora Noeli Sellin de la Universidad de la región de Joinville en Brasil, como ha aportado significativamente en la generación de conocimiento con 14 publicaciones científicas (entre autora y co-autora) entre los años 2002 y 2014 y el enfoque de las investigaciones se debe a la producción y optimización de biocombustibles como el bioetanol a partir de la biomasa de residuos agroindustriales principalmente de plátano y banano. En la tabla 6. Se puede observar algunos títulos de los artículos escritos por N. Sellin evidenciando su enfoque investigativo en la producción de bioetanol, por lo anterior, no se usarán artículos de la autora en este trabajo de grado, debido a que se ha descartado la producción de bioetanol como una alternativa de generación económica e impacto social en San Juan de Urabá.

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. Cabe resaltar que la Universidad Nacional de Colombia es la cuarta institución con



más publicaciones en este periodo de tiempo y que su investigadora Piedad Gañán se encuentra entre los investigadores que más reportan generación de conocimiento a nivel mundial como se puede visualizar en las gráficas 5, 7 y 8. En la tabla 6. Puede observarse el título de una de las publicaciones de la doctora Gañán y su enfoque investigativo se basa en para buscar fuentes alternativas de fibras para reemplazo productos plásticos.

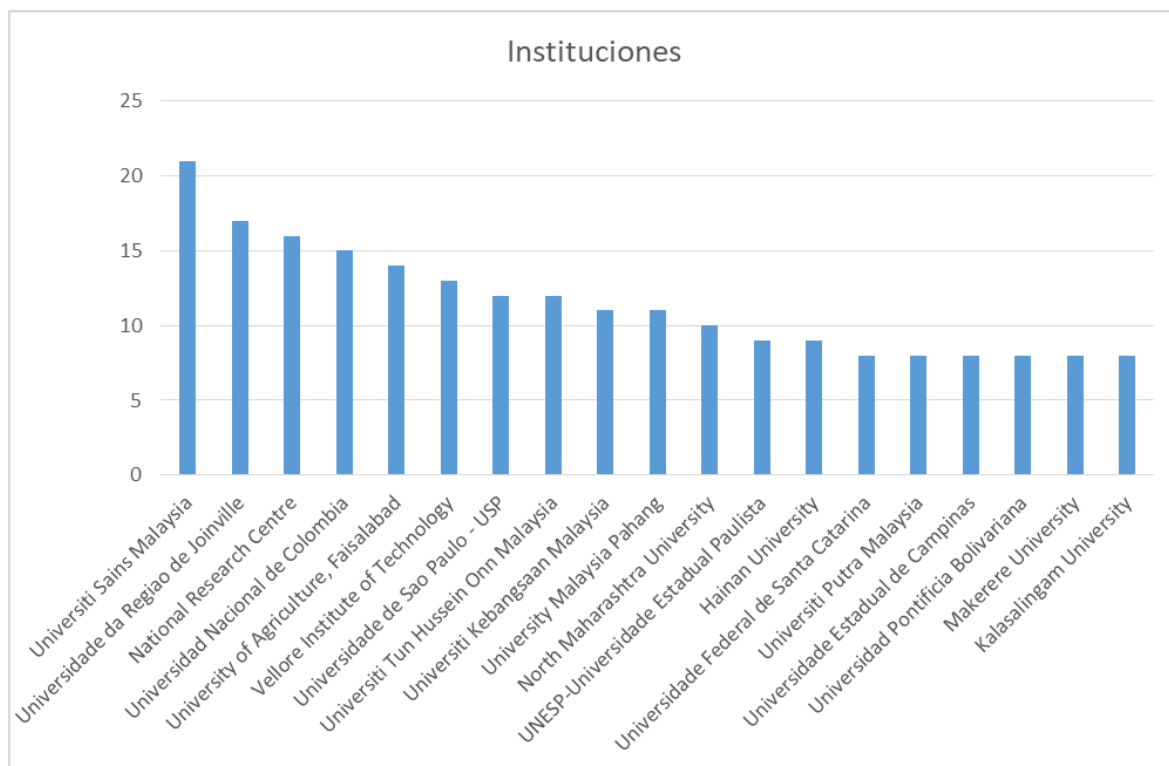


Gráfico 5 Principales instituciones y organizaciones que investigan en temas relacionados con residuos de plátano y banano a nivel mundial.

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.

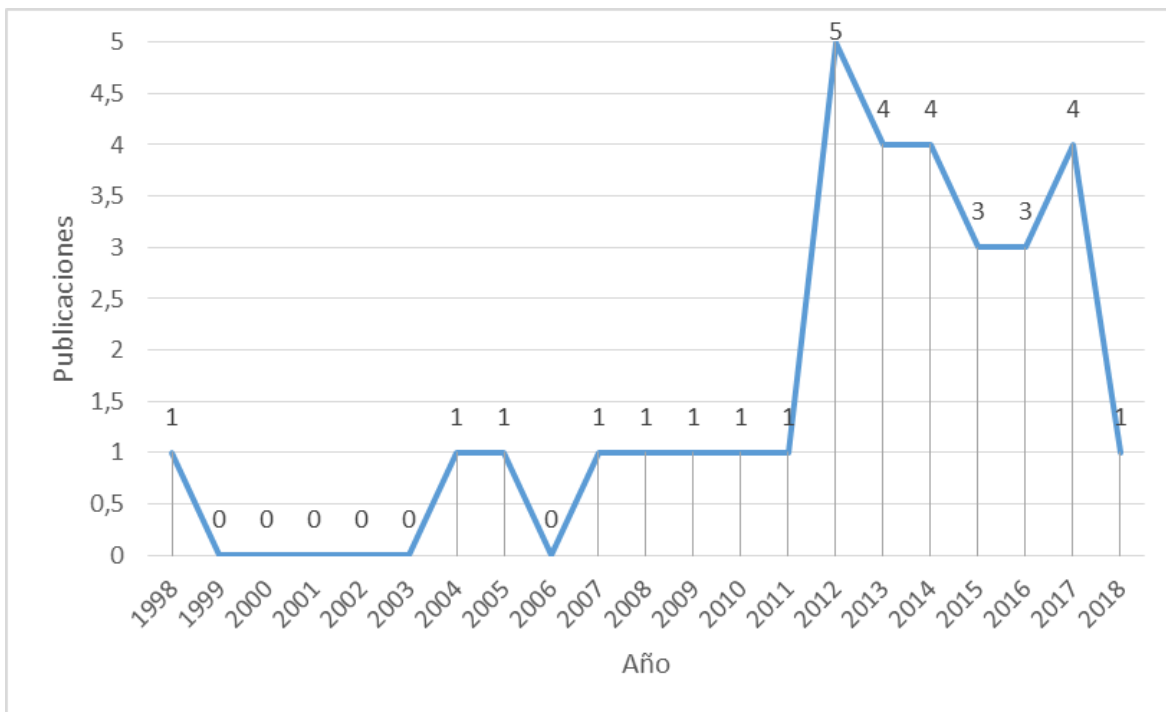


Gráfico 6 Número de publicaciones por años desde 1998 hasta el 2018 en Colombia.

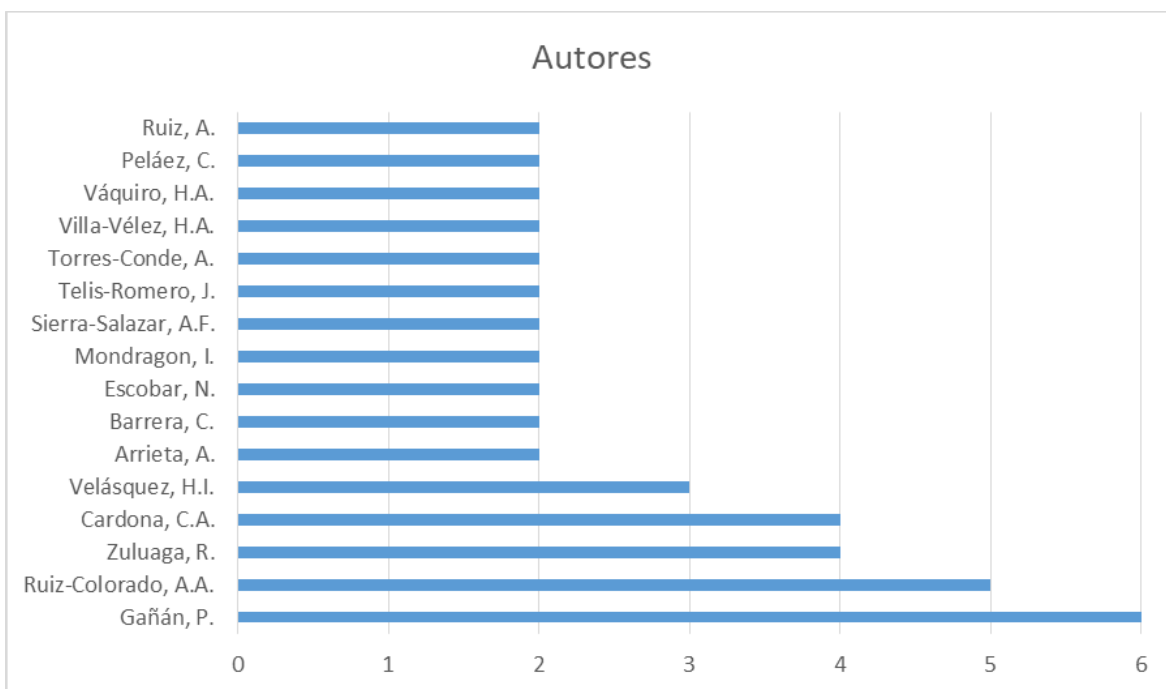


Gráfico 7 Principales autores nivel mundial que investigan en temas relacionados con residuos de plátano y banano.

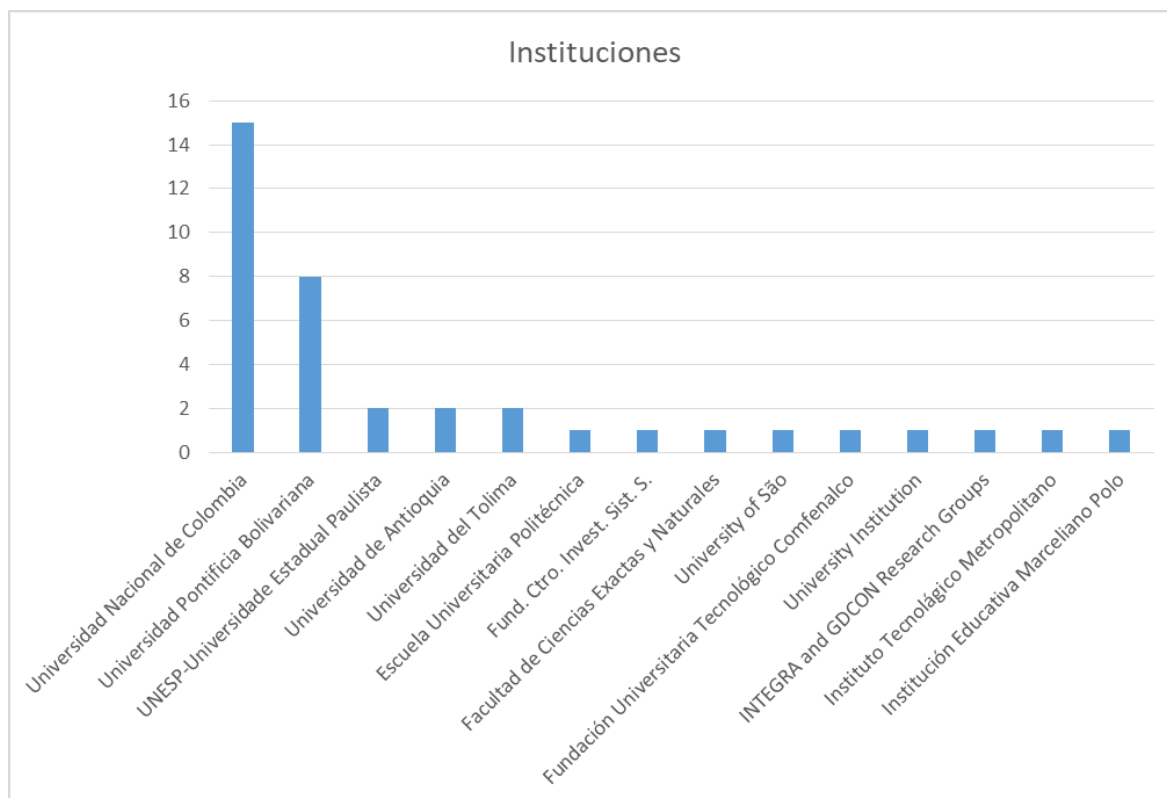


Gráfico 8 Principales instituciones y organizaciones que investigan en temas relacionados con residuos de plátano y banano en Colombia.

En la tabla 6. 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 polihidroxibutírico – 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 6 Resultados de posibles productos obtenidos de la generación de conocimiento de los artículos científicos.*

Título	Fecha de publicación	Autor/ institución/ Revista	Producto obtenido
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 pos 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 pos cosecha
Solid state fermentation of banana wastes	1985	Baldensperger, J., Le Mer, J., Hannibal, L., Quinto, P.J.	Fermentación en estado sólido
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 ( <i>Musa Paradisiaca</i> ) 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. Linzmeyer, P. Franco, C.M.B. Souza, O. Sellin, N. Medeiros, S.H.W.Marangoni, C.	Etanol

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.

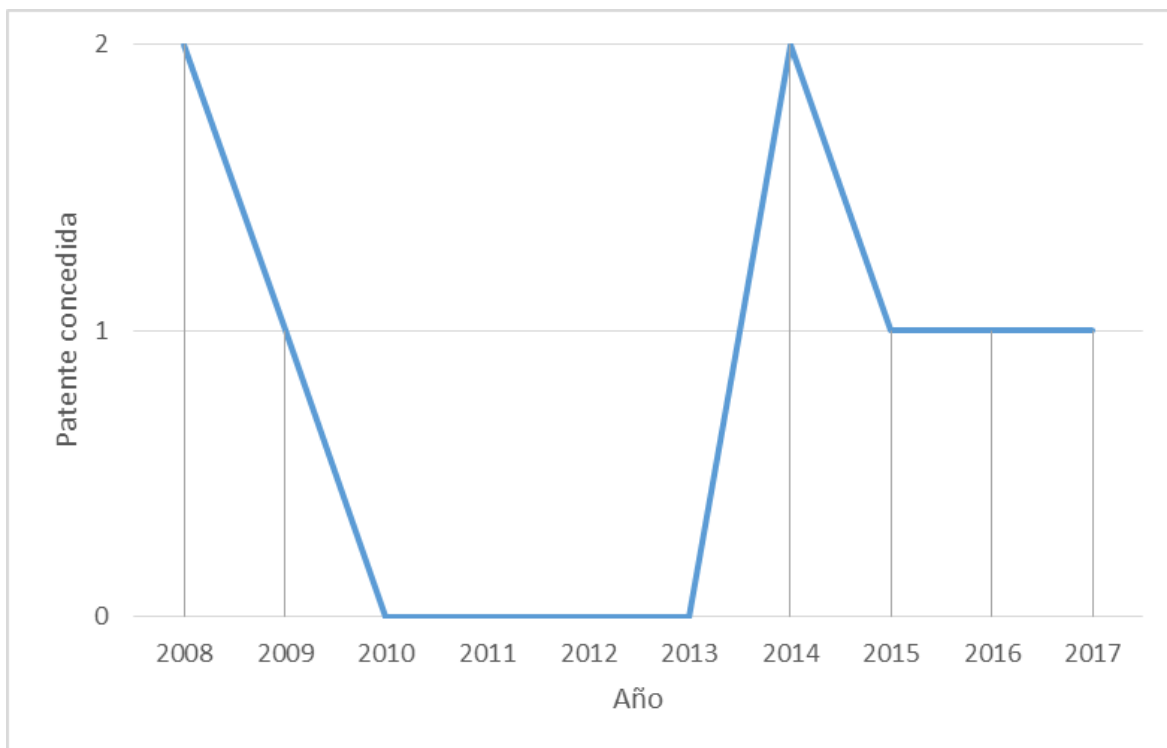


Gráfico 9 Número de patentes concedidas entre los años 2008 y 2018 a nivel mundial.

La inventora Raquel Del Val Buedo, 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.

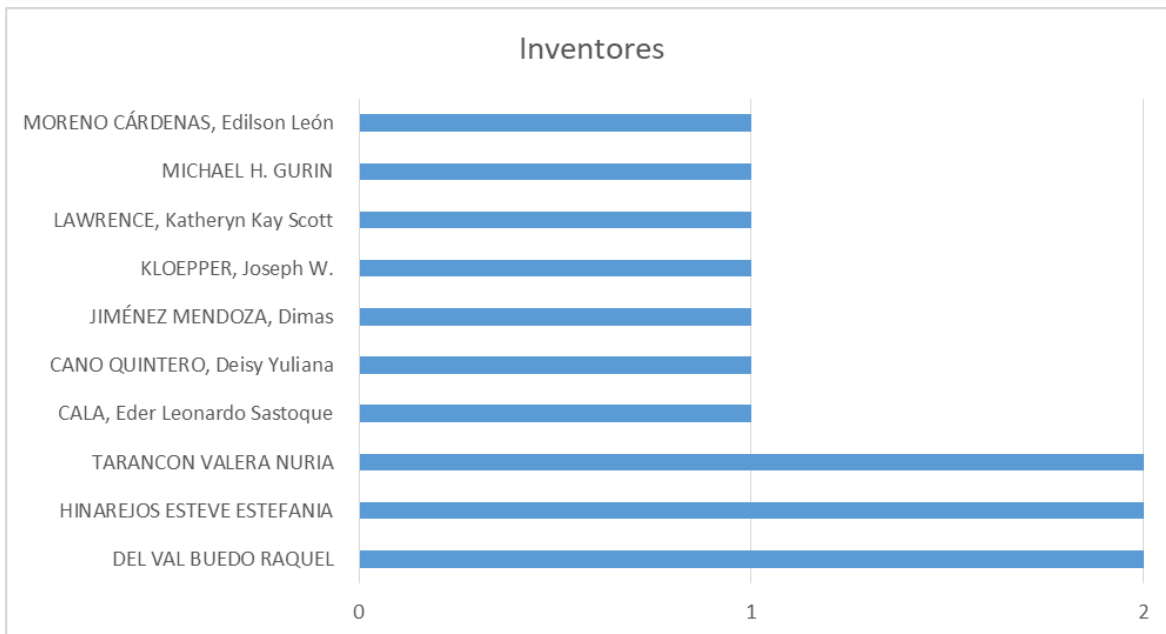


Gráfico 10 Inventores a nivel mundial de las patentes relacionadas en temas relacionados con residuos de plátano y banano.



Gráfico 11 Principales instituciones y organizaciones que patentaron en temas relacionados con residuos de plátano y banano.



En la tabla 7. Se puede visualizar cada una de las patentes halladas. Las patentes son productos o procedimientos para obtener algún producto. 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 7 Desarrollos tecnológicos patentados a nivel nacional e internacional.*

Título	Fecha de	Titular/autores/organización	Observaciones/diagramas
PROCESO PARA LA ELABORACION DE UNA MASA DE PLATANO O BANANO PREFRITA Y PRODUCTOS ASI OBTENIDOS	26/12/2001	SERGIO ROLANDO CABRERA MANRIQUEZ	Negada
PROCESO PARA ELABORACION DE PAÑOS ABSORBENTES BIODEGRADABLES A PARTIR DE BELLOTA DE PLATANO, BAGAZO DE CAÑA Y BUCHON DE AGUA	31/01/2008	CARLOS FELIPE FORERO MONSALVE	Negada
PROCESO PARA CONVERTIR TALLO DE PLATANO EN FIBRAS PARA LA ABSORCION DE HIDROCARBUROS Y SISTEMA CORRESPONDIENTE	20/05/2016	MARGARITA CASTELLANOS ABONDANO	Bajo examen de fondo - PCT
PROCESO PARA LA OBTENCION DE AGLOMERADOS A BASE DE LA FIBRA DEL TALLO DEL PLATANO Y BANANO Y PRODUCTO ASI 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 MALAGON COTRINO	Concedida
PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE ARTICULOS DEL HOGAR FABRICADOS EN FIBRA DE CELULOSICAS DE BANANO, Y PRODUCTO OBTENIDO CON DICHO PROCESO	2/01/2013	JOHN BAYRON JARAMILLO ZAPATA	Negada
PROCESO PARA LA PRODUCCION DE ALMIDON DE BANANO	30/04/1999	MAURICIO PINZON PINZON	caducada
APARATO Y METODO PARA EXTRAER LAMINAS DE FIBRAS DE PLANTAS DE BANANA PARA LA PRODUCCION DE PRODUCTOS DE PAPEL	15/02/2008	PAPYRUS AUSTRALIA LIMITED	Mexico
PROCESO PARA PRODUCIR HIDRÓGENO	14/12/2017	UNIVERSIDAD NACIONAL DE	Colombia
COMPOSICIONES Y PROCEDIMIENTOS PARA CONTROLAR NEMATODOS PARASITOS DE PLANTAS.	14/07/2015	BAYER CROPSCIENCE LP BAYER CROPSCIENCE LP	Alemania
METODOS DE SINTESIS DE COMBUSTIBLE POR BIOMASA PARA EFICIENCIA DE ENERGIA	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
COMPOSICION MICROBIANA ÚTIL CONTRA NEMATODOS DE CULTIVOS VEGETALES	7/08/2014	APLICACIONES BIOTECNOLÓGICAS, S.L.	México
APROVECHAMIENTO BIOTECNOLÓGICO DE PLEUROTUS OSTREATUS 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

### 3.2.4. Inteligencia competitiva

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 8. Se observan los diferentes residuos de una plántula de plátano y banano.

De la inteligencia competitiva se obtienen 26 productos que pueden desarrollarse, sin embargo, para el presente trabajo de grado se seleccionaron los productos que sean factibles, desde el punto de vista técnico, legal, de mercado y financiero en la región del Urabá; apalancado con la experiencia de los autores y acompañamiento del director de trabajo de grado. Por lo anterior, fueron seleccionadas las siguientes alternativas para la toma de decisiones: PHB (plástico), Harina de almidón, Paños absorbentes biodegradables, Fibras para aglomerados, Artículos para el hogar.

*Tabla 8 Productos descritos de las publicaciones científicas y patentes relevantes. Elaboración propia*

<b>Residuo</b>	<b>Producto</b>
Banano de descarte	Jugos azucarados
Banano de descarte	Almidón de banano
Banano de descarte	Materia prima para producir hidrogeno
banano de descarte	Polvo de pulpa (adición de otras frutas)
Cascara	PHB (plástico)
Cáscaras	Materia prima para fermentación de bioinsumos
Cáscaras	Producción de furanos (catalizador de hidrogeno)
Cáscaras	Materia prima para bioetanol
Cascaras	Materia prima para fermetación de bioinsumos
Cascaras y plátanos de descarte	Alimento animal
Cascaras y plátanos de descarte	Enzimas amilasas
Cascaras y plátanos de descarte	Almidón de banano
Cascaras y plátanos de descarte	Jarabe azucarado
Hojas y vástago	Paños absorbentes biodegradables
Plátanos de descarte	Materia prima para bioetanol

Plátanos de descarte	Biogas
Plátanos de descarte	Masa de plátano para freír
Vástago	Fibras en forma de pellets (membranas)
Vástago	fibras termo resistentes
Vástago	Fibras de absorción de hidrocarburos
Vástago	Aglomerados a base de fibra
Vástago	Fibras para aglomerados
Vástago y hojas	Artículos para el hogar
Vástago, hojas y cascaras	Materia prima producción de hongos comestibles
Vástago, hojas y cascaras	Fermentación en estado solido
Vástago, hojas y cascaras	Compostaje - análisis comercial
Vástago, hojas y cascaras	Materia prima para biocombustible (biomasa)

### 3.3. Alternativas seleccionadas

El ejercicio de la vigilancia tecnológica arrojó un amplio listado de productos y desarrollos elaborados de residuos de la post-cosecha del cultivo del plátano en el mundo. A continuación, se describen las cinco alternativas seleccionadas que por sus características podrían ser implementadas en el territorio.

#### 3.3.1. Almidón de plátano a partir de cáscaras y plátano de descarte

Una de las alternativas es el aprovechamiento de los residuos de post-cosecha del plátano verde para la extracción de almidón. Este polisacárido tiene variadas y numerosas aplicaciones en diferentes industrias (Peñaranda Contreras et al., 2008).

Específicamente a partir de los descartes de su pulpa y cáscara. El producto alimenticio resultante reúne las mismas características nutritivas del fruto, es decir, alto contenido de vitaminas, minerales, y un importante contenido de fibra dietética y la presencia de almidón resistente; ambos elementos, reconocidos por su efecto en la disminución del índice glicémico, grasa corporal y por consecuencia, de la obesidad. Los frutos verdes de plátano son ricos en almidón, pueden llegar a tener entre 70% y 80% en base seca, e incluso otros residuos como la cáscara podría también aprovecharse para tal fin porque llegan a contener hasta un 50% de almidón en base seca.

### **3.3.2. PHB (Plástico) a partir de cáscara.**

Polihidroxitirato es un tipo de biopolímero que puede ser producido a partir de materiales de polisacárido hidrolizado y eventualmente podría reemplazar el polipropileno y el polietileno, siendo biodegradable, incompatible y producido a partir de fuentes de carbono renovables. Sin embargo, la Polihidroxitirato no sigue siendo competitiva en comparación con los polímeros petroquímicos debido a sus altos costos de producción. La mejora de los procesos de producción requiere la búsqueda de nuevas materias primas alternativas, el diseño de la técnica de pretratamiento y la mejora en los pasos de fermentación y separación. Además, si la producción de Polihidroxitirato se acopla a una biorefinería multiproducto podría aumentar la disponibilidad económica y ambiental del proceso a través de estrategias de integración energética y masiva. Los resultados demuestran que la integración energética puede reducir hasta 30,6% de los requerimientos energéticos globales del proceso y la integración masiva permite un 35% en ahorro de agua (Saval, 2012).

### **3.3.3. Paños absorbentes biodegradables a partir de hojas y vástagos**

En general se ha utilizado diferentes tipos de materiales sintéticos, madera, celulosa, y polímeros para la elaboración de este papel. La invención se refiere a un proceso para la obtención de una fibra, a partir de desechos sólidos reciclables consistentes en bellotas de plátano, el buchón de agua y el bagazo de caña de azúcar para fabricar paños absorbentes (Meneses et al, 2010).

Proceso: Selección de materia prima: derivados de buchón de agua, bellotas (raquis) de plátano, bagazo de caña y fique:

- Acopio y selección de material
- Banda transportadora para sacar material extraño
- Molino (sacar jugos y agua) y secado en ambiente
- Picar en partículas de 2 a 5 cm

- Madurar: en tanque cerrado poner las partículas picadas con agua e hidróxido de sodio o carbonato de sodio
- Mezclar las fibras con aglutinante (CMC)
- Aplicar presión a temperatura entre 160 y 200 °C

#### **3.3.4. Artículos para el hogar a partir de vástagos y hojas**

Procedimiento de manufacturado de la fibra de vástago de banano para elaborar recipientes biodegradables. La presente invención consiste en una metodología de obtención de la fibra del vástago de banano (*mussa sp.*) variedad Gross Michell u otras para el empleo de los compuestos líquido y las vainas que posee el tallo para ser moldeado y convertido en recipientes biodegradables de diferentes usos en áreas de alimentos y para manejo de desechos, esto se logra mediante una serie de técnicas de fragmentado y triturando en pequeños trozos del raquis o talluelo que compone la estructura dorsal de la planta, el cual a través de una cocción a cierta temperatura se logra la separación de la fibra y las sustancias contenidas cuyas propiedades aglutinantes de esta planta permiten alcanzar la consistencia y rigidez estimada (Saval, 2012).

Selección del tallo de 2.10 m a 3.00 m cuyas características facilitaran y darán un mayor margen de rendimiento a la producción logrando generar amplias cantidades de materia prima con volúmenes cercanos de 60 - 100 kg teniendo en cuenta el alto contenido de humedad que posee, simultáneamente se debe conseguir con un espesor entre 80 - 100 cm de grosor (Saval, 2012).

#### **3.3.5. Fibras para aglomerados a partir de vástagos**

Fundamentalmente en Colombia en los aglomerados se utilizan de fibras de madera o caña de azúcar; para los prensados se utiliza fibra de vidrio, cartón en todas sus variedades, ICORPOR, corcho; estos resultan blandos quebradizos y pocos resistentes a la tracción y la torsión. Para el proceso productivo de las fibras para aglomerados, es necesario realizar el siguiente procedimiento (Meneses et al, 2010):

- Selección de materia prima
- Corte del arbusto en la base media del rizoma y luego otro corte a cada parte para quedar 4 cubiertas del largo de los tallos
- Prensar para sacar agua (prensa de rodillos o trapiche)
- Cortar de manera diametral
- Sumergir el material picado en solución de hipoclorito de sodio por 12 horas
- Reposo del material a temperatura ambiente por 2 horas y lavar con abundante agua
- Pasar de nuevo por la prensa de rodillos para expulsar el agua
- Secar entre 4 a 8 horas a temperatura entre 32 y 42 °C
- Etapa de aglomerado se utiliza como pegante resina fenólica o urea formaldehído
- Mezclar 2000 g de fibra con 500 g de resina. Cada aglomerado lleva 2 cm de espesor
- Prensar por 2 minutos.

### **3.4. Viabilidad de Productos y Desarrollos Tecnológicos mediante Análisis jerárquico.**

Una matriz multicriterio es una herramienta utilizada para evaluar distintas opciones en escenarios donde intervienen múltiples variables o criterios de selección de interés para un problema, donde se busca hacer una selección lo más objetiva posible. Thomas L. Saaty, desarrolló un método el cual fue denominado Analítica Hierarchy Process (AHP) o traducido al español se denomina como proceso de análisis jerárquico. El AHP es un lógico y estructurado método de trabajo que optimiza la toma de decisiones complejas cuando existen múltiples criterios o atributos, mediante la descomposición del problema en una estructura jerárquica (Saaty, 1987).

Mediante el uso de las herramientas para la toma de decisión aplicada a los diferentes actores y la evaluación de los múltiples criterios, se pretendió seleccionar la alternativa que más se ajustó a la región en la elaboración de productos de valor agregado a partir de residuos de cosecha y post-cosecha del plátano. Por medio del método multicriterio AHP y usando la plantilla AHP de SCBUK descargada gratuitamente de la página [www.scbuk.com/AHP%20Template%20SCBUK.xls](http://www.scbuk.com/AHP%20Template%20SCBUK.xls) (Ver anexo F); se realizó una jerarquización de atributitos con tres niveles (Ver gráfica 12). El primer nivel definió el objetivo o propósito general del problema, en este caso es hallar la mejor alternativa para la elaboración de productos de valor agregado a partir de residuos de cosecha y post-cosecha del plátano. El segundo nivel identificó los criterios necesarios para generar un impacto social y económico en un territorio a partir de bienes y productos, así, se definieron cinco criterios: financiero, medio ambiental, productividad, mercado, y económico-social. En el último nivel se definieron los subcriterios que son elementos complementarios de los criterios principales. Además para la recolección de datos por parte de cada uno de los actores se puede observar el anexo G. el formato de encuesta para evaluar los criterios mediante el método multicriterio AHP

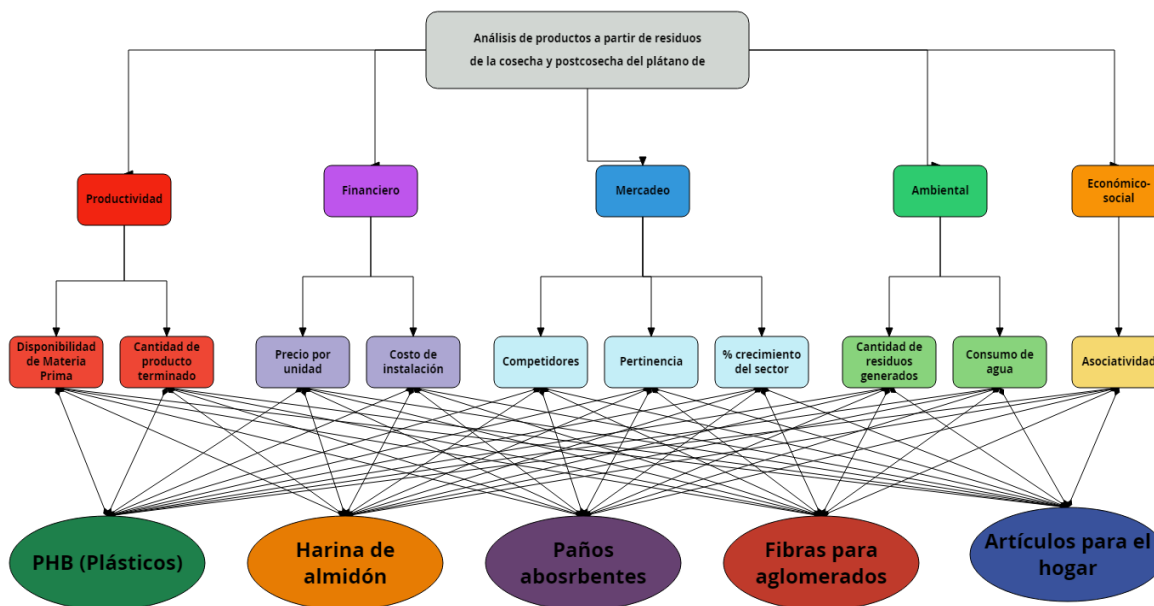


Gráfico 12 Interacción de los criterios, subcriterios y alternativas seleccionadas para la toma de decisión.

### 3.4.1. Criterio de productividad

Productividad puede definirse como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. Esta variable está asociada no solo a la eficiencia del trabajo, este concepto está cada vez más relacionado con la calidad del producto de las materias prima usadas y la del propio proceso (Carro & González, 2014). El control de la variable productividad, debe ser uno de los principales ítems a tener en cuenta en la gestión empresarial; alcanzarla y mantenerla en la producción de bienes y servicios es la única manera de garantizar la supervivencia de una empresa en el tiempo. La importancia de este criterio radica en la necesidad de conocer y cuantificar la materia prima y las unidades producidas en un tiempo determinado (Gómez, 2011). De esta manera se podrá establecer la productividad de cada una de las alternativas.

Tabla 9. Descripción del criterio de productividad y sus subcriterios.

Alternativa	Resiudo utilizado	Kilogramos de residuo por hectarea	Criterio	Productividad	
			Subcriterio	Disponibilidad de Materia Prima (kg/HA)	Cantidad de producto terminado (unidad)
PHB (plástico)	Cáscara	<b>0,625</b>		<b>0,625</b>	0,9375
Harina de almidón	Cáscaras y plátanos de descarte	<b>5</b>		<b>5</b>	6
Paños absorbentes biodegradables	Hojas y vástagos	<b>384</b>		<b>384</b>	2688
Fibras para aglomerados	Vástago	<b>336</b>		<b>336</b>	6720
Artículos para el hogar	Hojas y vástagos	<b>384</b>		<b>384</b>	3840

La disponibilidad de la materia prima se considera un subcriterio cuantitativo, medible por la cantidad de kilogramos de residuos por hectárea. Los datos detallados en la tabla 9 de la materia prima por cada alternativa son tomados de la recolección de la información en las fincas encuestadas.

La cantidad de producto terminado se considera un subcriterio cuantitativo, medible por la cantidad de unidades generadas a partir de la disponibilidad de la materia



prima. Para cada una de las alternativas se calculó las unidades producidas por la cantidad de residuos empleados en las metodologías descritas en la revisión de la información de la vigilancia tecnológica. Por ende, por cada kilogramo de materia prima se obtendría 15 gramos de PHB, 600 gramos de harina, 350 gramos o aproximadamente 70 paños absorbentes, 450 gramos de aglomerados o 20 fibras de 1 metro de largo por 1 milímetro de ancho. Por lo anterior en la tabla 9. Se encuentran la cantidad de producto terminado con cada tipo de residuo por kilogramo/hectárea de disponibilidad de los mismos residuos.

La importancia de seleccionar este criterio se debe a la relación entre insumos y productos. Esta relación es significativa para evidenciar si con la cantidad de residuos generados es suficiente como materia prima para mantener un producto masivo o estandarizado en diferentes periodos de tiempo.

#### **3.4.2. Criterio financiero**

La viabilidad financiera de un proyecto es un diagnóstico basado en un conjunto de variables contables que permite medir su desempeño futuro, con el fin de tomar decisiones acertadas en la inversión de recursos y minimizar el riesgo de pérdida (Rosillón & Alejandra, 2009). Por lo anterior, al considerar un proyecto de inversión, el objetivo principal debería contemplar el precio de cada producto o servicio comparado con productos similares o sustitutos, el costo inicial de operaciones que permita la especulación financiera de corto plazo al marco legal requerido por los productos a desarrollar (Zúñiga-jara & Soria, 2011). Por consiguiente, el criterio financiero es importante para la puesta en marcha un proyecto de productivo en el territorio.

El precio por unidad (en dólares) se considera un subcriterio cuantitativo, definido en la tabla 10. De acuerdo a la búsqueda de casas comerciales y distribuidores que vendieran los mismos productos con las características similares a las cantidades de producto terminado (unidades) de la tabla 9.

El costo de instalación (dólares) se considera un subcriterio cuantitativo, referenciando un costo aproximado que se debe tener para la construcción y

adecuación tecnológica para desarrollar el proceso productivo de los productos terminados de las alternativas seleccionadas.

Tabla 10. Descripción del criterio financiero y sus subcriterios.

Alternativa	Resiudo utilizado	Kilogramos de residuo por hectarea	Criterio	Financiero	
			Subcriterio	Precio por unidad	Costo de instalación
PHB (plástico)	Cáscara	<b>0,625</b>		\$ 10,00	-\$ 170.000,00
Harina de almidón	Cáscaras y plátanos de descarte	<b>5</b>		\$ 12,00	-\$ 30.000,00
Paños absorbentes biodegradables	Hojas y vástagos	<b>384</b>		\$ 0,20	-\$ 35.000,00
Fibras para aglomerados	Vástago	<b>336</b>		\$ 0,30	-\$ 15.000,00
Articulos para el hogar	Hojas y vástagos	<b>384</b>		\$ 1,00	-\$ 20.000,00

La importancia de conocer el precio por unidad y el costo de instalación permite valorar las diferentes alternativas. Así, las tecnologías a desarrollarse en un proyecto de inversión podrán validar el presupuesto inicial y la rentabilidad que puede tener mediante su precio y el mercado (otro criterio a evaluar).

### 3.4.3. Criterio ambiental

Debido a la problemática medio ambiental generada en los últimos años, este criterio suma importancia para cualquier decisión a favor de un proyecto de inversión y desarrollo tecnológico. Se hace indispensable incorporar factores relevantes diferentes al uso de los residuos para garantizar un mayor impacto positivo en las alternativas. La sostenibilidad ambiental de las alternativas tiene importancia al evaluar la contaminación que genere, es decir, que subproductos y otros residuos salen del proceso productivo, además, se tienen en cuenta el uso y reuso del agua como factor importante para este criterio. (Bravo, 2015)

Tabla 11. Descripción del criterio ambiental y sus subcriterios.

Alternativa	Resiudo utilizado	Kilogramos de residuo por hectarea	Criterio	Ambiental	
			Subcriterio	Contaminación	Consumo de agua (metro cúbico utilizado en el proceso por un mes)
PHB (plástico)	Cáscara	<b>0,625</b>		- 0,126	-15
Harina de almidón	Cáscaras y plátanos de descarte	<b>5</b>		- 0,275	-40
Paños absorbentes biodegradables	Hojas y vástagos	<b>384</b>		- 0,167	-55
Fibras para aglomerados	Vástago	<b>336</b>		- 0,224	-110
Articulos para el hogar	Hojas y vástagos	<b>384</b>		- 0,208	-70

Por lo anterior, la evaluación del criterio ambiental constituye una de las herramientas para favorecer fortalecer proyectos de desarrollo tecnológicos mediante decisiones a nivel de políticas públicas, planes, programas y actividades de los diferentes estamentos gubernamentales. Incorporar este criterio, conlleva a un proceso que anticipa los futuros impactos ambientales negativos y positivos de las alternativas, permitiendo maximizar los beneficios y disminuir los impactos ambientales no deseados.

La contaminación descrita como un subcriterio ambiental hace referencia a la generación y disposición de los posibles desechos obtenidos al final de cada proceso en las diferentes alternativas, la producción de partículas y gases contaminantes al aire (monóxido y dióxido de carbono), y otros compuestos que puedan contaminar suelos y fuentes hídricas (Bravo, 2015). Este subcriterio se estimó por la experiencia de expertos en temas de investigación y desarrollo en biotecnología y alimentos. De esta manera, este subcriterio se evaluó de manera cualitativa realizando una matriz pareada con la opinión de dos expertos y la experiencia de los autores. La primera experta fue la Magister en ingeniería agroindustrial Juliana Ramírez, docente de emprendimiento en la facultad de Administración de la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, con

amplia experiencia en desarrollo agroindustriales mediante procesos de liofilización. El segundo experto fue el magister en Biotecnología y docente de la facultad de Ciencias de la Salud de la misma Institución Universitaria, Víctor Osorio este experto lleva más de 10 años realizando investigación en biotecnología aprovechando residuos vegetales como materia prima para diferentes bioprocesos. Ambos expertos aplicaron la plantilla AHP de SCBUK donde evaluaron las alternativas con respecto a los subcriterios; de esta manera, se logra consolidar un criterio cualitativo en cuantitativo para definir la alternativa con menor grado de contaminación con respecto a las demás alternativas.

Tabla 12. Resultado AHP del subcriterio contaminación realizado por expertos y los autores (Ver anexo H)

Ambiental			
Contaminación Juliana Ramirez	Contaminación Victor Osorio	Contaminación (AHP TdeG)	Promedio Contaminación
- 0,229	- 0,089	- 0,061	- 0,126
- 0,347	- 0,050	- 0,427	- 0,275
- 0,100	- 0,201	- 0,199	- 0,167
- 0,158	- 0,314	- 0,199	- 0,224
- 0,166	- 0,345	- 0,113	- 0,208

El consumo de agua, se considera un subcriterio cuantitativo aproximando la cantidad de agua descrita en las metodologías de las alternativas. Se resaltó este subcriterio porque el Municipio de San Juan de Urabá se localiza en una región costera y en ocasiones presenta dificultades en las condiciones de agua potable o tratada para procesos productivos. Por tal motivo, es de suma importancia la conservación, preservación y mantenimiento de las fuentes hídricas en el municipio y la región del Urabá.

#### 3.4.4. Criterio de mercado

El concepto de mercado se refiere a las transacciones de un bien o servicio, en cuanto a la relación existente entre la oferta y la demanda de dichos bienes o servicios. La concepción de mercado es entonces, la evolución de un conjunto de movimientos al alza y a la baja que se dan en torno a los intercambios de mercancías específicas o servicios y además en función del tiempo o lugar (Díaz-

Pérez et al., 2014). Aparece así la delimitación de un mercado de productos, un mercado regional, o un mercado sectorial. Además, el reconocer el sector de mercado de cada producto, permitió identificar el crecimiento de los sectores y los competidores directos de las alternativas en Colombia. De esta manera, el criterio de mercado da un panorama de las posibilidades de ventas y búsqueda de clientes potenciales en cada alternativa.

Tabla 13. Descripción del criterio de mercado y sus subcriterios.

Alternativa	Residuo utilizado	Kilogramos de residuo por hectarea	Criterio	Mercado		
			Subcriterio	Competidores Directos	Pertinencia	% crecimiento del sector
PHB (plástico)	Cáscara	0,625		0	0,202	13
Harina de almidón	Cáscaras y plátanos de descarte	5		-2	0,236	1,8
Paños absorbentes biodegradables	Hojas y vástagos	384		-5	0,185	0,1
Fibras para aglomerados	Vástago	336		-8	0,208	0,3
Artículos para el hogar	Hojas y vástagos	384		-14	0,169	0,3

Los competidores directos son considerados un subcriterio cuantitativo, al reconocer en el mercado nacional empresas que venden o distribuyen productos similares a las alternativas. En la tabla 13, se resalta la alternativa de plásticos (PHB) donde no se encuentra una organización que venda o distribuya de manera directa plásticos biodegradables. Por el contrario, la alternativa de artículos para el hogar, se observa una gran cantidad de empresas dedicadas a la comercialización de estos productos masivos de uso diario. De esta forma, se llegó a una aproximación de las barreras de entrada del mercado y el nivel de competencia del sector.

La pertinencia es un subcriterio fundamental en la evaluación del impacto de un proyecto, mide el grado en el cual el objetivo del proyecto es consistente con las prioridades de desarrollo de la población y las políticas de la entidad gubernamentales y la industria privada del territorio. Este subcriterio se considera cualitativo y al igual que en el subcriterio de contaminación se evaluó por los mismos expertos para determinar la pertinencia de las alternativas teniendo en cuenta el

impacto positivo que traerá a los pequeños productores poder contar con otra fuente de ingresos para sus hogares por diversificar productos en el mercado local.

En la tabla 14, se muestra el valor promedio dado para cada alternativa con respecto a la evaluación de los autores y los expertos. Sobresalió en esta evaluación que no hubo un consenso entre todos para seleccionar el de mayor pertinencia. Se denota que cada experto mediante su área de experiencia definió la alternativa que le pareció de mayor pertinencia. Por lo anterior, este ejercicio muestra como la subjetividad y los criterios cualitativos deben ser establecidos por más de dos personas para consolidar una mejor información.

*Tabla 14. Resultado AHP del subcriterio pertinencia realizado por expertos y los autores (Ver anexo H).*

Mercado			
Pertinencia Juliana Ramirez	Pertinencia Victor Osorio	Pertinencia (AHP TdeG)	Pertinencia
0,171	0,369	0,065	0,202
0,072	0,194	0,442	0,236
0,389	0,097	0,070	0,185
0,198	0,268	0,158	0,208
0,171	0,073	0,264	0,169

El índice de crecimiento del sector es el tercer subcriterio y es considerado cuantitativo, al buscarse en revistas y publicaciones económicas que demostrara el crecimiento de los sectores de cada alternativa. Este subcriterio es favorecido por la demanda de los clientes y la poca oferta en el mercado. Para todas las alternativas los sectores están en crecimiento, como se observa en la tabla 13, y se destaca el sector de los plásticos biodegradables con un alto crecimiento del 18%.

### **3.4.5. Criterio económico-social**

El desarrollo socioeconómico es un proceso en el cual da como resultado una mejor calidad de vida para los individuos que conforman un país o que están dentro de un mismo territorio. El concepto de calidad de vida puede entenderse como lo define la Comisión Económica para América Latina y el Caribe -CEPAL- (2002): “término multidimensional de las políticas sociales que significa tener buenas condiciones de vida ‘objetivas’ y un alto grado de bienestar ‘subjetivo’, y también incluye la

satisfacción colectiva de necesidades a través de políticas sociales en adición a la satisfacción individual de necesidades”

Tabla 15. Descripción del criterio económico-social y su subcriterio.

Alternativa	Residuo utilizado	Kilogramos de residuo por hectarea	Criterio	Económico - Social
			Subcriterio	Asociatividad
PHB (plástico)	Cáscara	<b>0,625</b>		0,141
Harina de almidón	Cáscaras y plátanos de descarte	<b>5</b>		0,144
Paños absorbentes biodegradables	Hojas y vástagos	<b>384</b>		0,087
Fibras para aglomerados	Vástago	<b>336</b>		0,312
Artículos para el hogar	Hojas y vástagos	<b>384</b>		0,317

La importancia de este criterio es incrementar la capacidad de crecimiento con la capacidad de transformación de la base económica. De esta manera, el crecimiento económico que generará las alternativas en la región mejorará el bienestar y la calidad de vida de los pequeños productores de plátano y habitantes del Municipio de San Juan de Urabá.

Este criterio cuenta con un único subcriterio denominado asociatividad y es de carácter cualitativo. Este criterio implica la agremiación y fortalecimiento de los productores en uno o varias células asociativas logrando la creación de nuevos puestos de trabajo y la generación de nuevos ingresos para las familias del territorio. Al igual que en anteriores subcriterios cualitativos, este fue evaluado por los expertos, como se observa en la tabla 16, en esta ocasión los expertos y los autores apuntan a las mismas alternativas. Esto se debe, a que encuentran en común las alternativas de artículos para el hogar y los aglomerados como los productos que más lograra asociar a los productores y habitantes del Municipio de San Juan de Urabá.

Tabla 16. Resultado AHP del subcriterio asociatividad realizado por expertos y los autores (Ver anexo H)..

Económico - Social			
Asociatividad Juliana Ramirez	Asociatividad Victor Osorio	Asociatividad (AHP TdeG)	Asociatividad
0,1	0,267	0,055	0,141
0,176	0,129	0,127	0,144
0,082	0,123	0,055	0,087
0,34	0,336	0,259	0,312
0,302	0,144	0,505	0,317

### 3.5. Matrices de priorización

Las matrices de priorización son la evaluación de diferentes actores frente cada criterio. Así, se relacionó el porcentaje definido por cada actor con respecto a las alternativas. Estas matrices definieron un peso (porcentaje) de priorización de cada alternativa logrando evidenciar el mejor producto de acuerdo a cada actor.

Al finalizar la evaluación de cada actor se pudo clasificar y priorizar las alternativas teniendo en cuenta la opinión de los diferentes actores y logrando una toma de decisión objetiva frente a las diferentes alternativas. El objetivo principal de esta matriz multicriterio –AHP- fue identificar los actores del territorio sistema, reconocer el peso de dichos actores y jerarquizarlas (Ver anexos I & J).

Los actores definidos para las matrices de priorización fueron: Laplace (decisión ecuánime en todos los criterios); los autores por su experiencia en esta investigación y sus fortalezas en los campos de biotecnología y finanzas; los investigadores porque pueden llevar a cabo investigaciones y desarrollos en el territorio; la alcaldía y la gobernación por ser las entidades gubernamentales del territorio; los productores de plátano y los habitantes del municipio por ser los principales beneficiarios en caso de desarrollarse un proyecto productivo con las alternativas seleccionadas.

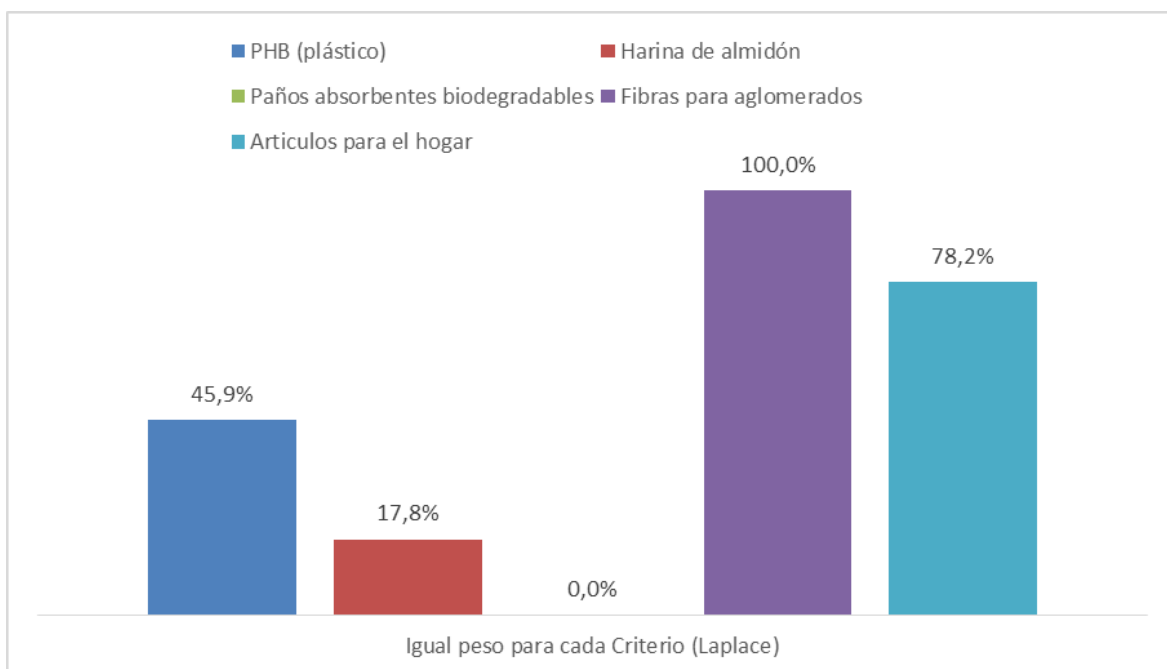
#### 3.5.1. Matriz de Laplace

Laplace hace referencia a asignar el mismo porcentaje o peso a los diferentes criterios, asignando la misma importancia relativa para evaluar si las alternativas



tienen la misma probabilidad entre ellas. Como resultado, la mejor alternativa para este caso es la obtención de fibras para aglomerados. Esta alternativa sería la ideal (100%) si todos los criterios estuvieran con igual peso (ver gráfico 13). Esto se debe, en gran parte, por la disponibilidad de materia prima. El material usado para la producción son los vástagos de muy buena disponibilidad, este aspecto también impacta y se evidencia en el bajo costo por unidad, de igual forma la presente alternativa está en su etapa inicial por lo que tiene muy pocos competidores directos y un sector en crecimiento, el consumo de agua es relativamente bajo por lo que tiene menores impactos ambientales, muestra una aceptable pertinencia con el medio y unos altos costos de instalación como la única desventaja aparente.

La segunda alternativa en importancia es la de fabricación de artículos para el hogar, con un 78% de aprobación. Esta alternativa tiene como materia prima vástagos y hojas. Tiene un comportamiento similar a la alternativa anterior donde sus aspectos de mayor fortaleza están en la disponibilidad de materia prima, bajo precio por unidad, bajo consumo de agua e impacto ambiental y un sector en crecimiento, la igual que la alternativa anterior tiene altos costos de instalación.



*Gráfico 13. Análisis de la matriz de priorización con igual peso en los criterios –Laplace-.*

La tercera alternativa en el orden de puntuación es obtención de PHB (plástico) a partir de cáscaras con un 45,9%. Una baja disponibilidad de materia prima, baja cantidad de producto lo que conlleva a un alto costo por unidad, alta posibilidad de contaminación y un alto consumo de agua, de igual forma muestra una cantidad media de competidores y el crecimiento del sector se encuentra en un nivel alto tendiendo al descenso, además de una pertinencia para la región.

Como penúltima alternativa, se ubica la producción de harina para almidón a partir de la cáscara del plátano de descarte. El porcentaje ya es muy bajo como para tenerse en cuenta para el desarrollo del producto en la región. Esto se debe a una baja cantidad en la materia prima para su producción, y por lo tanto baja cantidad de producto terminado lo que ocasiona un alto costo por unidad producida, muestra un nivel bajo de contaminación, pero un alto consumo de agua, la existencia de un alto número de competidores directos, alta pertinencia para la región pero un decrecimiento del sector y baja asociatividad

Por último, los paños absorbentes a partir de hojas y vástagos no son una opción para la matriz con porcentajes iguales de criterio. Si bien muestra como fortaleza la obtención de materia prima y bajo costo por unidad, cuenta como debilidades los altos costos de instalación, alto consumo de agua, altos competidores, baja pertinencia, bajo crecimiento del sector y baja asociatividad.

### **3.5.2. Matriz de autores**

La inclusión de la opinión de los autores en la definición de las alternativas, obedece en primer lugar al conocimiento que tienen por un lado de la biotecnología y por el otro del territorio y sus necesidades, además de la rigurosidad y siempre necesario aporte académico que da el recorrido del proceso de investigativo.

En esta matriz de priorización y las siguientes matrices de diferentes actores, los criterios tuvieron un porcentaje asignado de acuerdo al grado de importancia mediante AHP realizado por cada actor.

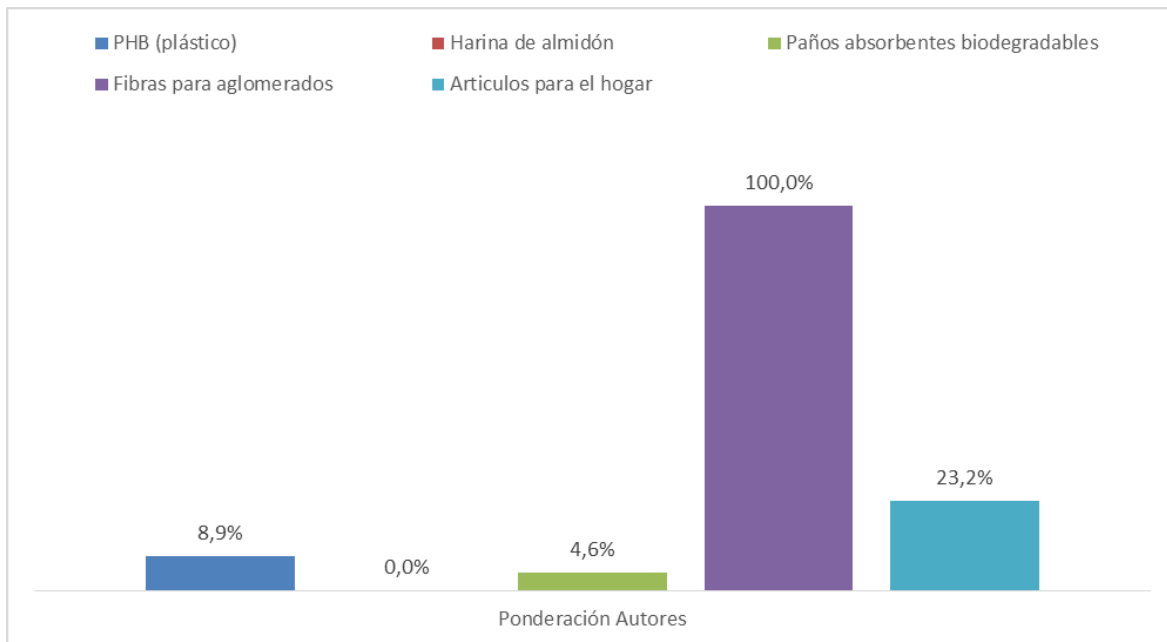


Gráfico 14. Análisis de la matriz de priorización de los autores.

El resultado en la matriz de los autores mantiene como la alternativa más importante a implementar, fibras para aglomerados. Como segunda opción se encuentra la fabricación de artículos para el hogar con 23,2% y la obtención de PHB (plástico) con un 8,9%. Sin embargo, estas alternativas no tienen mucha relevancia por contar muy bajo porcentaje de decisión para los autores. Lo anterior se debe, a que al evaluar los diferentes criterios y subcriterio de los aglomerados tienen mayor beneficio que las demás alternativas. En la alternativa fibras para aglomerados se requiere menos costo de inversión para las instalaciones, se obtendrán mayor cantidad de unidades por residuo, podrá generar mayor asociatividad y logrará mayor pertinencia en el mercado.

### 3.5.3. Matriz investigadores

Los investigadores fueron tomados en cuenta como actores por la importancia de sus conceptos desde lo académico, contar con sus conocimientos y experiencia en la formulación y validación de iniciativas como estas. Así, se disminuyen el grado de incertidumbre presentes a la hora de la toma de decisiones.

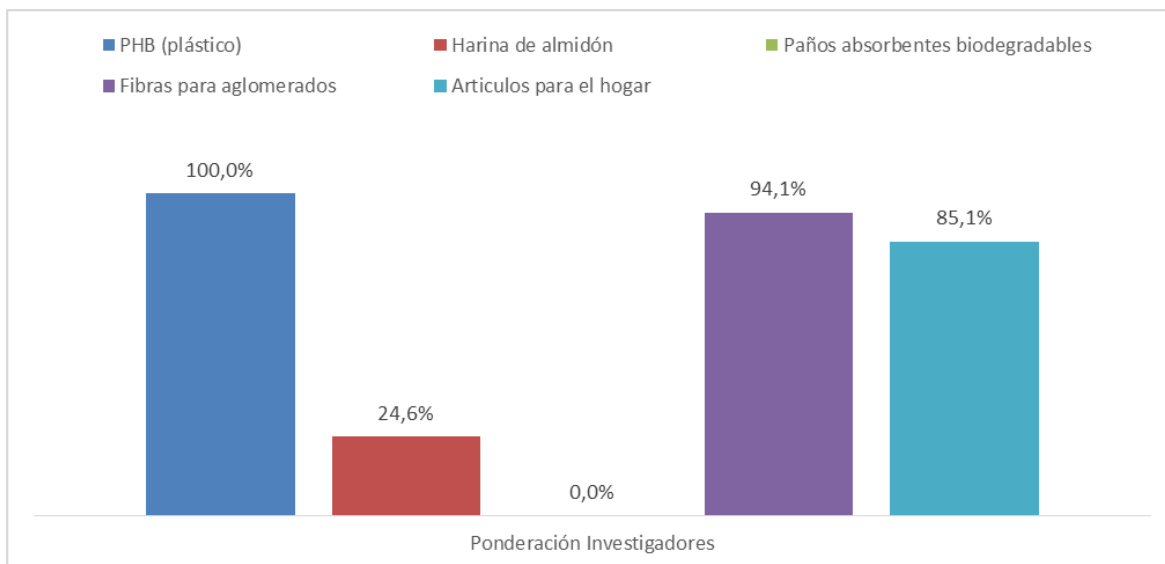


Gráfico 15. Análisis de la matriz de priorización de los investigadores,

Según el concepto de los investigadores, en orden de importancia, la primera alternativa a implementarse sería la obtención de PHB (plástico) a partir de la cáscara de plátano, seguida de la alternativa obtención de fibras para aglomerados con el 94,1%, y la tercera es la producción de artículos para el hogar con un 85,1%. En esta ocasión, las alternativas tienen porcentaje altos de decisiones y se debe a que los porcentajes de los criterios evaluados por los investigadores beneficiaron los subcriterios crecimiento del sector, competidores y contaminación. Además, se destaca hasta este momento que tanto los autores como los investigadores definen estas 3 alternativas como las que deben de priorizarse en el territorio.

#### 3.5.4. Matriz alcaldía Municipal San Juan de Urabá

La Alcaldía de San Juan de Urabá, es un actor fundamental en el proceso de definición de las alternativas, sus opiniones son insumo básico en cuanto al conocimiento que tienen de las necesidades, capacidad, y pertinencia de estas. Desde la secretaría de Planeación hay un marcado empeño por desarrollar el sector agroindustrial del Municipio por lo que ha sido explícito su interés por esta investigación.

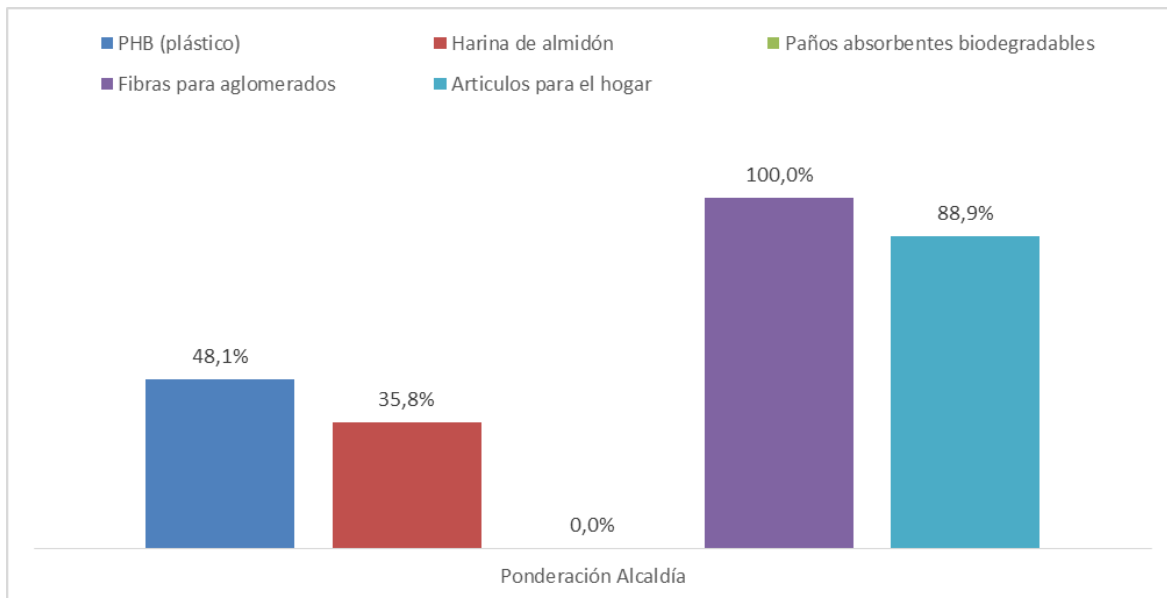


Gráfico 16. Análisis de la matriz de priorización de la Alcaldía Municipal de San Juan de Urabá.

Para el actor Alcaldía Municipal de San Juan de Urabá, la alternativa de fibras para aglomerados es la opción ideal para ser implementada en el Municipio, seguidamente se ubica la producción de artículos para el hogar con un porcentaje de 88,9% de decisión, en el tercer lugar de importancia está la obtención de PHB (plástico) con un 48.1%. Se observa cómo se sostiene la tendencia presentada en los dos actores anteriores, donde las tres alternativas para la mejor toma de decisión son las mismas: fibras para aglomerados, artículos para el hogar y plásticos biodegradables.

### 3.5.5. Matriz Gobernación de Antioquia

La opinión del actor Gobernación de Antioquia, como rectora de las políticas departamentales de desarrollo, es de vital importancia para la definición de las posibles alternativas en cuanto estas, deben estar alineadas con los planes definidos en dichas estrategias.

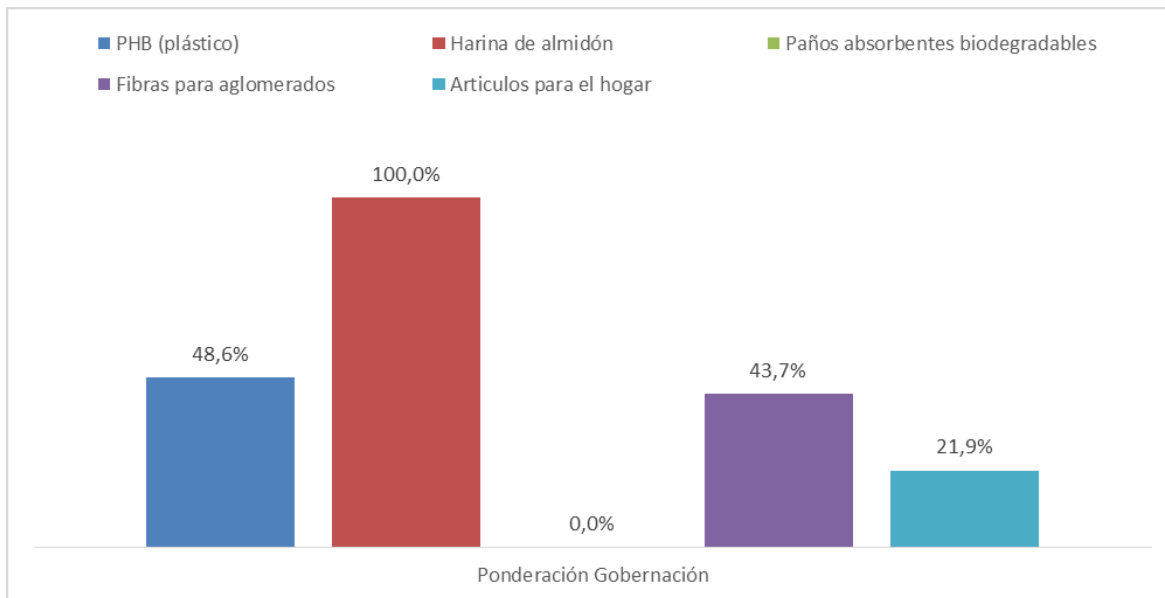


Gráfico 17. Análisis de la matriz de priorización de la Gobernación de Antioquia.

El actor Gobernación de Antioquia, considera que la primera alternativa a implementarse sería la obtención de harina de almidón, como segunda en importancia en la puntuación es la producción de PHB (plástico) con un porcentaje de 48,6% en la toma de decisión, seguida de la producción de fibra para aglomerados con un 43,7%.

En la calificación de presente actor se rompe la tendencia en cuanto a que una de las tres alternativas que mayor porcentaje tenía, sale, dando entrada a la alternativa obtención de harina de almidón a partir cáscaras y plátano de descarte, dicho cambio se podría explicar desde la mirada más de beneficio alimentario para la comunidad, una prioridad a tener presente en un ente gubernamental como la Gobernación.

### 3.5.6. Matriz productores San Juan de Urabá

Contar con la opinión de los productores para la definición de las alternativas, es fundamental en cuanto a la legitimidad e inclusión. Son ellos los directamente beneficiados o perjudicados por el éxito o fracaso de cualquier iniciativa productiva en las que se encuentran inmersos, además del valioso aporte en conocimiento que tienen del cultivo y del territorio.

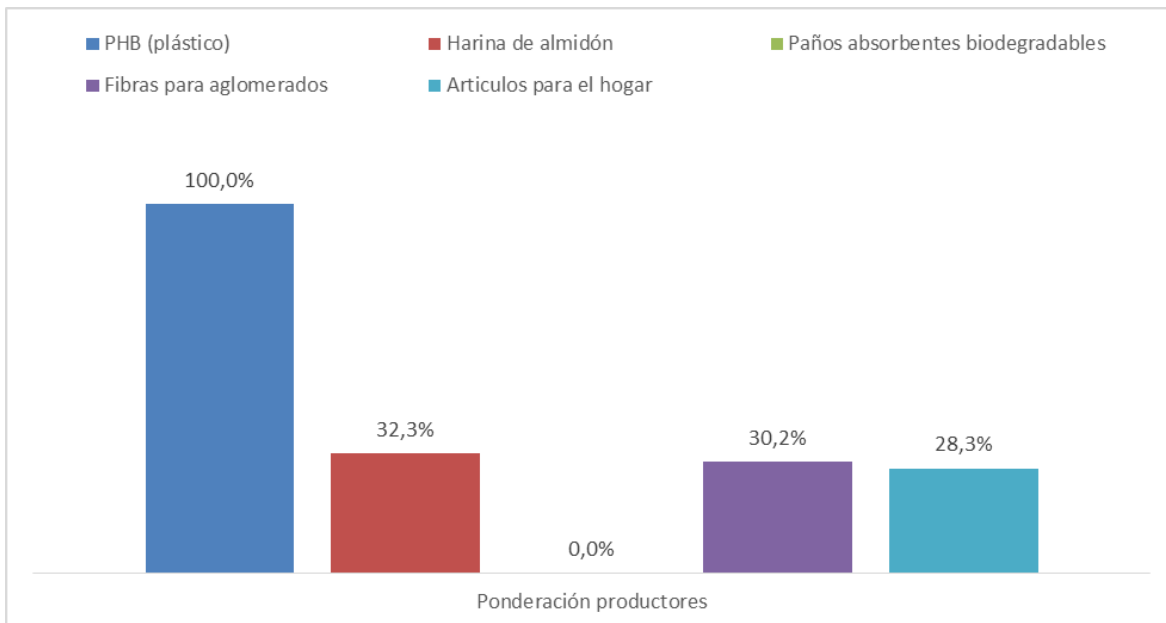


Gráfico 18. Análisis de la matriz de priorización de los productores de plátano del Municipio de San Juan de Urabá.

Por su parte los productores teniendo en cuenta la puntuación obtenida consideran el siguiente orden, como primera alternativa la obtención de PHB (plástico). Como segunda alternativa, la producción de harina de almidón con un 32,3%. En tercer lugar, con un 30,2% la obtención de fibras para aglomerados. Para este caso que la toma de decisión es similar, se tiene en cuarto lugar la producción de artículos para el hogar con un 28,3%.

La apreciación de los productores coincide con la puntuación del actor gobernación, al considerar, aunque en diferentes posiciones, las mismas primeras tres alternativas como las más importantes para ser implementadas, esta similitud es explicable desde el conocimiento que tiene el actor de la cantidad y disponibilidad de materia prima y la necesidad de apostarle a la seguridad alimentaria.

### 3.5.7. Matriz habitantes San Juan de Urabá

Contar con la opinión de los habitantes es importante para cualquier iniciativa que propenda el desarrollo del territorio, son ellos la fuerza de trabajo y a quienes de forma marginal impactarán los resultados de los éxitos o fracasos de las alternativas llevadas a cabo. Además, es para ellos para quienes se planea el desarrollo como

fuentes de bienestar y mejoramiento de su calidad de vida por parte de los entes territoriales.

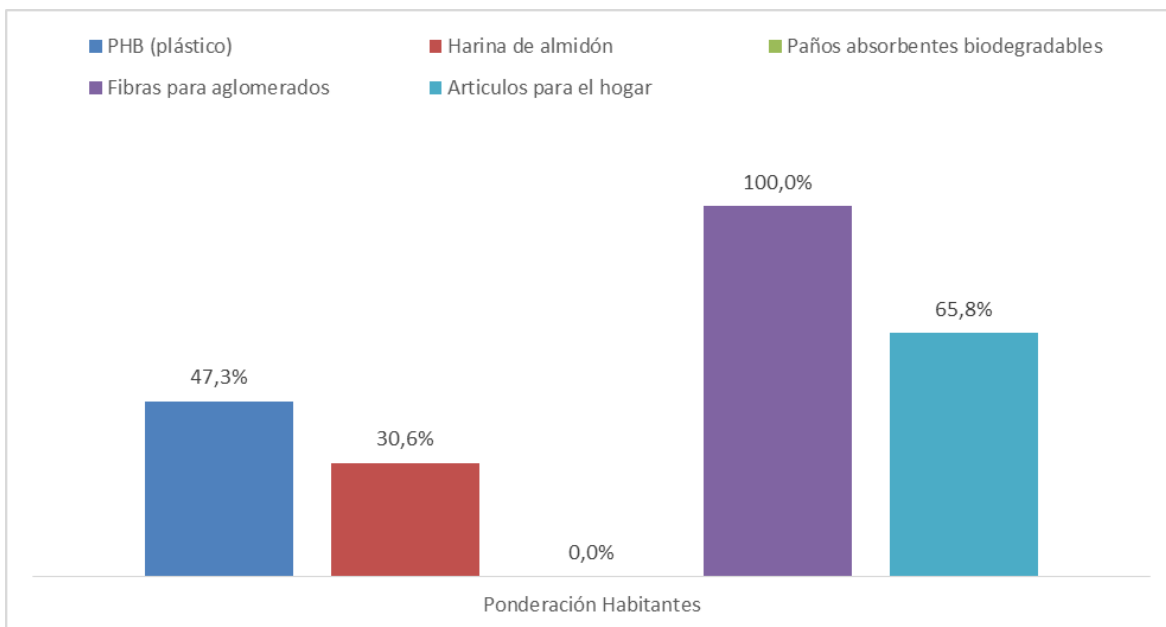


Gráfico 19. Análisis de la matriz de priorización de habitantes del Municipio de San Juan de Urabá.

La comunidad mediante la puntuación dada a las cinco alternativas define como la opción ideal; la obtención de fibra para aglomerados, como segunda alternativa con un 65,8% de decisión; la producción de artículos para el hogar; en tercer lugar de importancia, con un 47,3%, es la obtención de PHB (plástico).

Las alternativas resultantes de la calificación del actor habitantes están en sintonía con la mayoría de los actores que definieron como las tres más importantes alternativas sin tener en cuenta el orden en que las definió cada actor, la obtención de fibras para aglomerados, la producción de artículos para el hogar y la producción de PHB.

### 3.5.8. Matriz Ponderación de actores.

Esta matriz, es la resultante de la ponderación del peso que dio cada actor al evaluar las alternativas bajo los criterios. Muestra en porcentaje la toma de decisión a cada alternativa, definiendo así su orden de importancia al momento de una posible implementación.



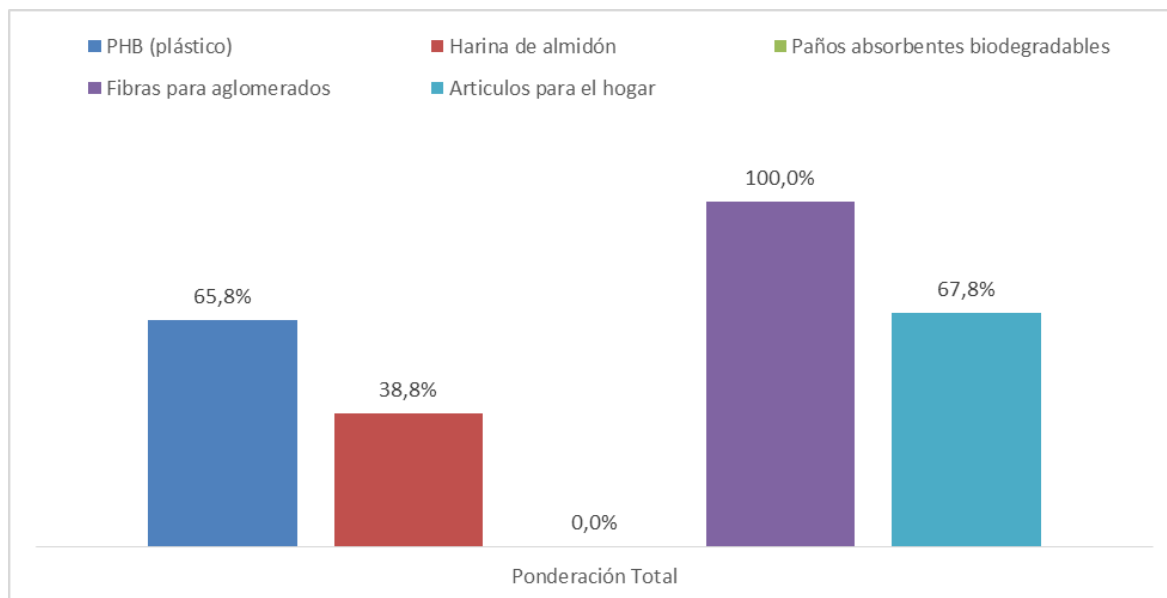


Gráfico 20. Análisis de la matriz de priorización ponderando el peso de cada factor de cada actor.

Al hacer las ponderaciones de la puntuación asignada por cada actor a las alternativas seleccionadas, la producción de fibra para aglomerado sería el producto ideal a desarrollar en el territorio. Sin embargo, se puede tener las alternativas de artículos para el hogar y los plásticos biodegradables (PHB) como opciones a implementar en el Municipio de San Juan de Urabá a partir de los residuos de la cosecha y post-cosecha del cultivo del plátano.

Lo anterior, puede explicarse por tres opciones. La primera hay una tendencia a favorecer las alternativas para aprovechar la mayor cantidad de residuos o disponibilidad de materia prima, en este caso, el vástago, las hojas y los raquis. La segunda opción se debe al criterio de mercado porque es de gran importancia reconocer el sector y los competidores para lograr a mediano y largo plazo una rentabilidad del producto a desarrollarse. Por último, el criterio económico-social tiene un solo subcriterio y esto hace que las decisiones tengan una posición que favorezca el bienestar y la calidad de vida en el Municipio de San Juan de Urabá.

### 3.5.9. Toma de decisión

En la gráfica 21, se resumen cada una de las decisiones tomadas por los diferentes actores con respecto a las alternativas. Se destaca como la producción de fibras

aglomeradas es la mejor opción para 5 actores: habitantes, autores, alcaldía, matriz Laplace y matriz ponderada. Mientras para los productores y los investigadores la mejor opción a desarrollar en el territorio sería los plásticos biodegradables y para la Gobernación de Antioquia sería la harina de almidón.

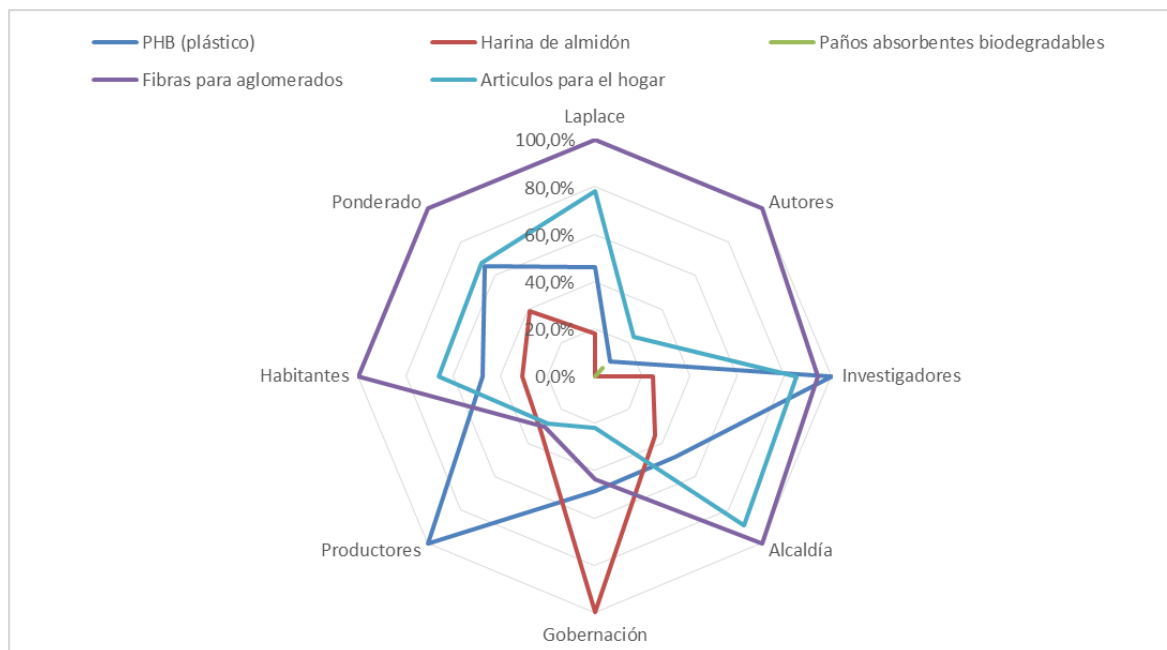


Gráfico 21. Resumen de la toma de decisión de los actores frente a las diferentes alternativas.

Por lo anterior, la toma de decisión y sugerencia desde esta investigación se tendría como la opción a implementarse en el Municipio de San Juan de Urabá, las fibras de aglomerados, ya sea, porque la mayoría de actores concuerdan con esta opción, o porque la matriz donde se ponderaron todos los actores quedó seleccionada esta alternativa. Sin embargo, no se ha tenido en cuenta la influencia que tienen los actores frente al territorio y la importancia de reconocer los actores para determinar estrategias de desarrollo económico y social, teniendo en cuenta la viabilidad, factibilidad, mercado, comercialización, e innovación de proyectos productivos.

Por consiguiente, se definirá mediante matriz MACTOR la influencia de los actores y la prospectiva de la toma de decisión final del producto ideal a desarrollarse en el territorio.

### **3.6. Prospectiva para la toma de decisiones.**

Por último, es necesario evaluar la influencia que tiene cada uno de los actores para ser objetivo frente a la toma de decisión con respecto de las diferentes alternativas y los criterios correspondientes. Para la toma de decisión a partir de una prospectiva usaremos la metodología MACTOR.

#### **3.6.1. Matriz MACTOR**

El método MACTOR o análisis de juego de actores busca valorar las relaciones o influencias entre actores y objetivos asociados, con el fin de facilitar una decisión, puesta en marcha de un producto, una política o una alianza (Goyeneche & Parodi, 2017). Para el análisis del MACTOR se usó el software libre descargado de la página web <http://es.lapropective.fr/Metodos-de-prospectiva/Los-programas/68-Mactor.html> y genera un reporte que se visualiza en el Anexo K. Además, este método permitió identificar los vínculos entre los actores y proponer una solución razonable a la toma de decisión.

#### **3.6.2. Matriz de influencia directa e indirecta**

Esta matriz describe las influencias directas que los actores tienen el uno sobre el otro, de esta manera, se puede identificar quienes influyen de manera directa en la toma de decisiones. Las influencias se puntúan de 0 a 4 teniendo en cuenta la importancia del efecto sobre el actor; cero (0) es sin influencia, el uno (1) son procesos, dos (2) es proyectos, tres (3) es misión y cuatro (4) es existencia. Por lo anterior, se ha designado a cada actor su influencia directa con respecto a los demás actores.

La utilidad de esta matriz es su visión más completa de los juegos de competitividad (un actor puede reducir el número de opciones de otro al influir en él a través de un actor intermediario). En la columna vertical (Li) se puede apreciar cuales son los actores más influyentes, a mayor número, mayor influencia tiene sobre los demás actores. En fila horizontal (Di) se observa a los actores que se dejan influenciar con respecto a los demás, de esta manera, la Gobernación (21) y la alcaldía (19) son

los actores más influyentes mientras los habitantes (20) son los actores que más se dejan influenciar.

Tabla 17. Matriz de influencia directa e indirecta.

MIDI	AUT	INV	ALC	GOB	PROD	HAB	Ii
AUT	0	0	0	0	0	0	0
INV	2	0	0	0	0	0	2
ALC	2	2	3	3	4	8	19
GOB	2	2	5	3	5	7	21
PROD	1	2	3	3	2	5	14
HAB	0	2	2	2	2	2	8
Di	7	8	10	8	11	20	64

© LIPSOR-EPIITA-MACTOR

El valor “Ri”, es la relación de fuerza del actor teniendo en cuenta las influencias y dependencias directas e indirectas y su retroacción. Por lo anterior, observamos como la gobernación tiene un mayor valor Ri debido a que es el actor con mayor influencia en los demás actores, mientras, los autores no tienen ninguna influencia ni directa ni indirecta con todos los actores. Esta consideración podría provocar un cambio en la toma de decisión sobre el producto seleccionado.

Tabla 18. Relación de fuerza de los actores (Valor Ri).

	Ri
AUT	0,00
INV	0,07
ALC	1,94
GOB	2,42
PROD	1,25
HAB	0,32

© LIPSOR-EPIITA-MACTOR

### 3.6.3. Escala neta de las influencias directas e indirectas

La escala neta de las influencias directas e indirectas mide, para cada par de actores, la distancia entre la influencia directa y la indirecta. Cada actor ejerce (recibe) influencias directas e indirectas de cada actor. La escala de influencia neta indicará para cada par de actores la influencia excedente ejercida o recibida. Si la escala es positiva (signo +), el actor i (filas de la matriz) tiene una influencia más

directa e indirecta sobre el actor j (columnas de la matriz) de lo que recibe de este actor. Esto es lo opuesto cuando la escala tiene un signo negativo (-). Por lo anterior, para nuestro caso la Gobernación tiene influencia directa e indirecta en todos los actores y los autores tienen poca influencia sobre los actores.

Tabla 19. Matriz neta de influencias directas e indirectas de los actores.

BN	AUT	INV	ALC	GOB	PROD	HAB	Suma
AUT		-2	-2	-2	-1	0	-7
INV	2		-2	-2	-2	-2	-6
ALC	2	2		-2	1	6	9
GOB	2	2	2		2	5	13
PROD	1	2	-1	-2		3	3
HAB	0	2	-6	-5	-3		-12

© LIPSOR-EPI-TA-MACTOR

### 3.6.4. Distancias netas entre actores

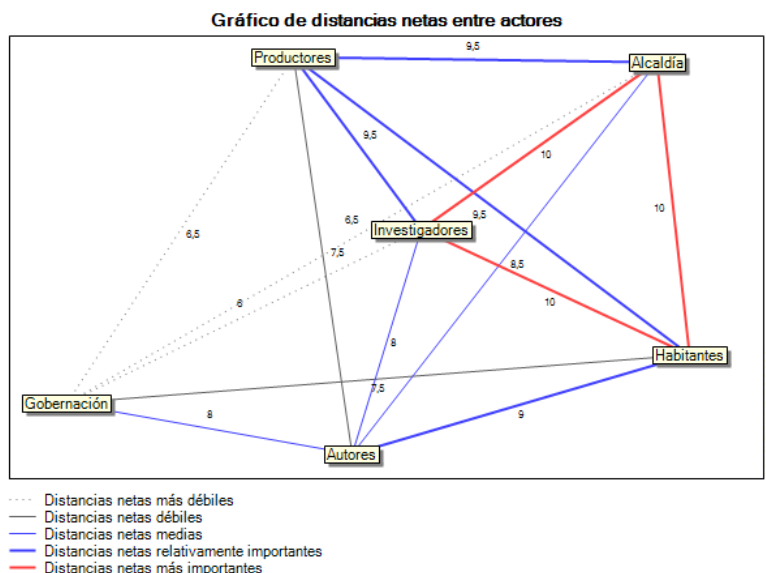


Gráfico 22. Gráfica de distancias netas entre actores

El gráfico de distancias netas entre actores se utiliza para reconocer alianzas potenciales teniendo en cuenta las divergencias y las convergencias entre los actores. Así, en el gráfico se observa cómo puede existir una relación fuerte entre los habitantes, la alcaldía y los investigadores; permitiendo tener productos y desarrollos tecnológicos más óptimos para a región. Aunque anteriormente veíamos

mayor influencia de la gobernación, con este gráfico se observa que no hay una relación fuerte entre la gobernación y los demás actores.

### 3.6.5. Matriz de posiciones valoradas

La matriz de posiciones valoradas proporciona información sobre la postura del actor sobre cada objetivo (pro, contra, neutral o indiferente) y la jerarquía de sus objetivos. En este caso, esta matriz permite visualizar la posición que tiene cada actor frente a los criterios seleccionados para la toma de decisión de las diferentes alternativas.

Tabla 20. Matriz de posiciones valoradas.

2MAO	Prod	Fin	Amb	Mcdo	Ec-S
AUT	3	1	0	4	1
INV	1	1	3	2	3
ALC	1	2	2	2	3
GOB	2	4	0	2	0
PROD	1	2	3	2	1
HAB	2	2	1	3	2

© LIPSOR-EPITA-MACTOR

Para indicar la posición de cada actor frente al criterio se toma la siguiente escala: cero (0), significa que el criterio es poco consecuente, uno (1), significa que el criterio es indispensable para sus procesos operativos, dos (2), significa que el criterio es indispensable para sus proyectos, tres (3) significa que el criterio es indispensable para su misión, cuatro (4) significa que el criterio es indispensable para su existencia. Además, los valores indicados corresponden a las decisiones tomadas en el AHP por cada uno de los actores.

### 3.6.6. Distancias netas entre objetivos

Este gráfico se usa para identificar los criterios en los que los actores toman la misma posición. Cuanto más fuerte es el vínculo entre los criterios, mayor es la convergencia de las opiniones de los actores sobre estos objetivos. En nuestro caso, el criterio financiero y el mercado son los de mayor vínculo, es decir, los de

mayor opinión favorable de la mayoría de actores. El criterio ambiental es el criterio de menor vínculo frente a los demás criterios, lo que demuestra poco interés para la mayoría de actores.

El fin de este gráfico es el de evidenciar por medios de la herramienta que los criterios financiero y de mercado, son los de mayor relevancia entre los seis actores considerados al momento de evaluar la importancia de los criterios para la definición de las alternativas a ser tenidas en cuenta para su implementación.

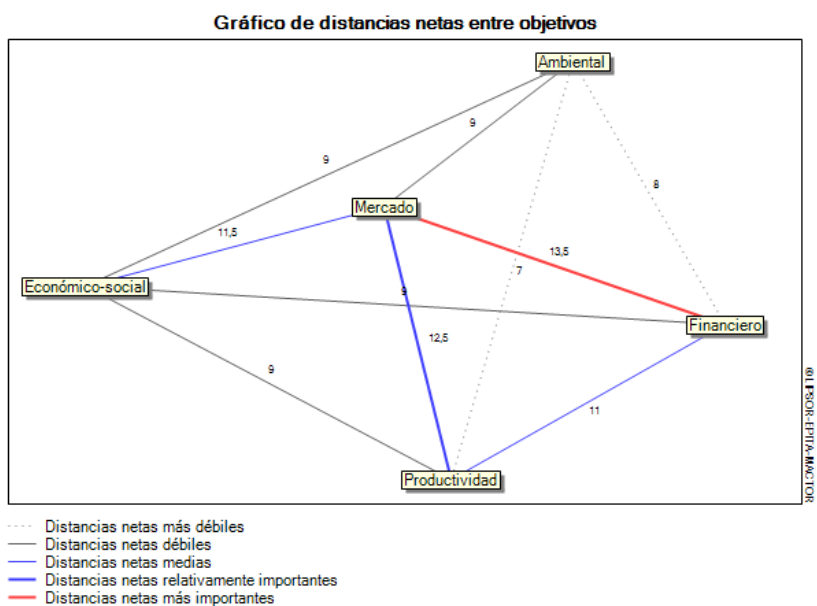


Gráfico 23. Gráfico de distancias netas entre objetivos.

### 3.7. Estrategias de Desarrollo Económico y Social

El desarrollo es un proceso integral, socioeconómico, que implica la expansión continua del potencial económico, el auto sostenimiento de esa expansión en el mejoramiento total de la sociedad (Cepal, 2002). También se conoce como proceso de transformación de la sociedad o proceso de incrementos sucesivos en las condiciones de vida de todas las personas o familias de un país o comunidad (Castillo, 2011). Además, Boisier (2009) propone una teoría de innovación local donde muestra cómo deben de articularse las diferentes entidades para lograr desarrollo en las regiones o los territorios (ver gráfica 24). Este autor propone que se puede lograr innovaciones locales de importancia mundial si se logra sumar los

siguientes factores: un territorio delimitado, con identidad y rasgos que caractericen la población; un recurso endógeno que hace referencia a organismos vivos (plantas, animales o microorganismos) o minerales propios del territorio; Un conocimiento popular o tácito que puede enseñarse o reconocerse por generaciones; una universidad regional para permitir investigaciones y desarrollos tecnológicos; y un fondo estatal para mantener una palanca financiera en un proyecto productivo. Con estos factores, Boisier, planteó como la región de Araucanía en Chile logro desarrollar un producto farmacéutico obtenido del veneno de la araña denominada “la Viuda Negra” y es exitoso a nivel mundial.

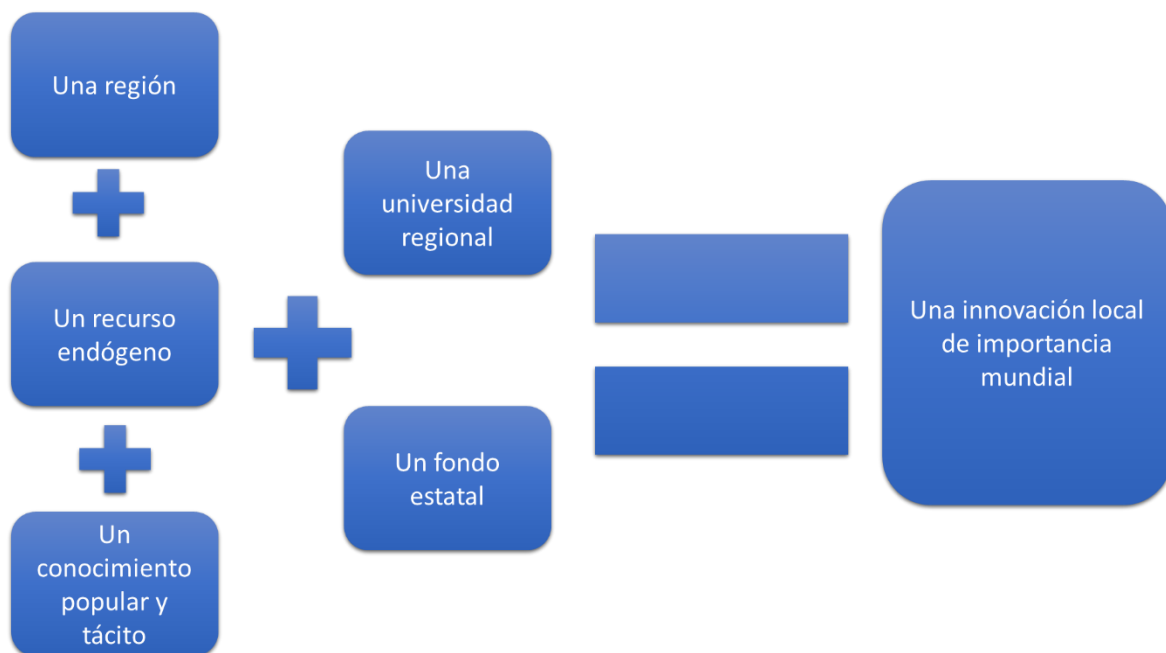


Gráfico 24. Factores determinantes del desarrollo de una región (Boisier, 2009). Elaboración propia

Por lo anterior, es importante establecer estrategias de desarrollo económico que se apoyen en la sinergia de los factores descritos por Boisier y que lleven a corto, media y largo plazo actividades a cumplir para tener éxito con la alternativa seleccionada.

Para la implementación de cualquier alternativa es necesaria una serie de acciones encaminadas al logro de los objetivos propuestos en un proyecto productivo, en el



caso de la planeación del desarrollo económico y social del territorio dejaremos a consideración los descritos en la gráfica 25.

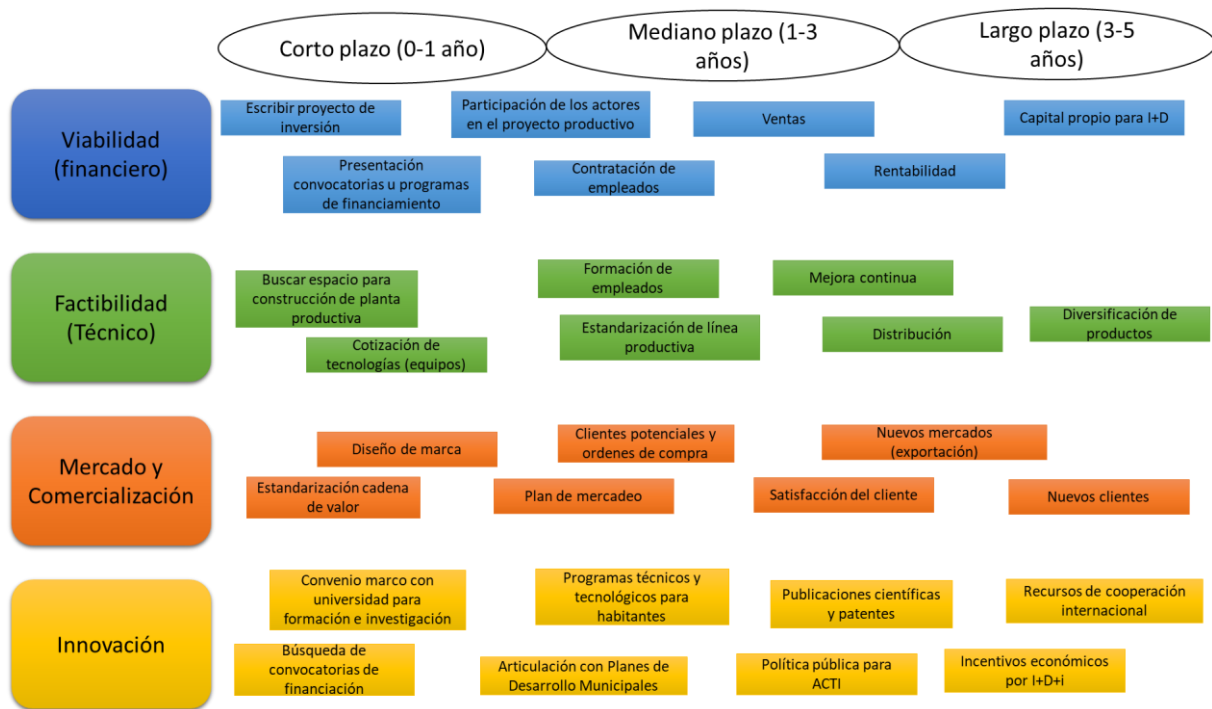


Gráfico 25. Roadmap de estrategias para la implementación de proyectos productivos a partir de residuos de plátano.

Por lo anterior, se establece como estrategias la construcción de un proyecto de inversión para la búsqueda de financiación con entidades públicas y privadas del producto seleccionado, la estandarización del proceso productivo del producto teniendo en cuenta el documento donde se evidencia el paso a paso del desarrollo del producto, establecer las condiciones técnicas (terreno y equipos), de personal (capacitación y contratación) y de mercado (clientes y ventas), y la concordancia entre el plan de desarrollo municipal y la posibilidad de establecer una política pública a favor de las actividades de ciencia, tecnología e innovación que permita desarrollar productos en el territorio a partir de residuos de plátano.

## **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Boisier (2009) mencionaba que en un ejercicio donde se busca una innovación local, no se trata de sumar los diferentes factores sino hacerlos multiplicar para generar una verdadera sinergia, donde el territorio da un paso al desarrollo económico y social. Por consiguiente, en este último capítulo, se concluye el aporte realizado desde la gestión tecnológica y herramientas de toma de decisión para el planear el desarrollo del territorio.

### **4.1. Cumplimiento de los objetivos**

El primer objetivo específico descrito para este trabajo de grado era cuantificar los diferentes residuos obtenidos en la post-cosecha de plátano. El 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. Lo que da indicio a que el aprovechamiento de estos residuos sería importante porque existe una gran cantidad de materia prima que puede usarse para desarrollar productos.

El segundo objetivo a cumplir dentro de nuestro trabajo de grado era la identificación mediante vigilancia tecnológica; de los productos y desarrollos tecnológicos obtenidos a partir de residuos del plátano existentes a nivel mundial. Al finalizar y analizar la información obtenida de la vigilancia tecnológica y la inteligencia competitiva se encontraron más de 25 desarrollos tecnológicos creados a partir de residuos de plátano. La mayoría de estos desarrollos son productos utilizados como materia prima para la elaboración de otro producto final. Es de resaltar que en la búsqueda científica existe mucha generación de conocimiento de biocombustibles a partir de residuos de plátano, pero, para esta investigación no se tuvieron en cuenta. Para concluir, de los veintisiete (27) productos descritos en la vigilancia

tecnológica seleccionaron cinco (5) para continuar con el trabajo de grado, los productos seleccionados fueron: PHB (bioplásticos), Harina de plátano, paños absorbentes biodegradables, fibras para aglomerados y artículos para el hogar.

El tercer objetivo cumplido era validar la viabilidad y factibilidad de los productos y desarrollos tecnológicos identificados para las condiciones productivas del Municipio de San Juan de Urabá. Para cumplir con este objetivo definimos cinco (5) criterios que permitieron tomar decisiones mediante el proceso analítico jerárquico. Este proceso pudo definir la mejor alternativa a implementar en el territorio a partir del apoyo de diferentes actores y su influencia en el territorio. Se concluye que las fibras para aglomerados son la mejor alternativa y esta decisión está muy influenciada por una decisión de la alcaldía. Sin embargo, desde la Gobernación, quien tiene mayor influencia, se refiere a la alternativa de la harina como la mejor posibilidad. Como recomendación, para futuras decisiones se prefiere ampliar las encuestas del AHP tanto en la alcaldía como en la gobernación. Así, tener una mejor toma de decisión frente a estas dos alternativas desde su influencia y no desde la mayor decisión entre varios actores.

Por último, se tuvo como objetivo proponer las tecnologías y nuevos productos pertinentes para el diseño de estrategias que mejoren el desarrollo económico y social del Municipio de San Juan de Urabá. De esta manera, al finalizar el trabajo de grado se desglosó un gráfico que muestra una ruta de acción para desarrollar cualquier proyecto productivo en el territorio. Se resalta que esta ruta de acción está pensada desde el corto plazo hasta el largo plazo y es necesario el trabajo en sinergia de los diferentes actores que logren realizar una innovación a nivel local con importancia mundial.

#### **4.2. Conclusiones**

De los resultados obtenidos de la presente investigación se puede deducir que son muchos y variados los productos y desarrollos que existen a nivel mundial a partir de los residuos agrícolas de la cosecha y post-cosecha del plátano que pueden ser generadores de desarrollo para las regiones productoras. Una vez cuantificados los

residuos generados y validados los productos y desarrollos hallados, fueron seleccionadas cinco alternativas, (almidón de plátano a partir de cáscaras y plátano de descarte, PHB (plástico) a partir de cáscara, paños absorbentes biodegradables a partir de hojas y vástagos, artículos para el hogar a partir de vástagos y hojas, fibras para aglomerados a partir de vástagos) que por las condiciones podrían ser aptas para implementarse en el Municipio de San Juan de Urabá.

Finalizada la investigación, se concluye que las plantaciones existentes en la región generan una cantidad suficiente de residuos que permite pensar en el desarrollo de proyectos productivos a partir de estos.

Las alternativas evaluadas por parte de los actores involucrados en la toma de decisiones (investigadores, autores, gobernación, alcaldía, productores, habitantes, matriz de Laplace, método MACTOR) definieron como las tres más importantes alternativas sin tener en cuenta el orden en que las escogió cada actor, la obtención de fibras para aglomerados, la producción de artículos para el hogar y la producción de PHB.

La alternativa de mayor importancia para ser implementada después de evaluadas y calificadas bajo los criterios definidos en la metodología para medir su importancia y pertinencia en el Municipio, es la obtención de fibras para aglomerados a partir del vástago. Tuvo aprobación de la alcaldía, los habitantes, investigadores y autores; además, se evidencia en la matriz de Laplace como la mejor opción y para la matriz de ponderación de todos los actores define este producto como el mejor para el territorio. De segunda opción y por su importancia en la toma de decisión sería la harina de almidón. La Gobernación por tener mayor influencia en el territorio y puede definir esta opción por encima de las fibras para aglomerados por el alcance que puede tener la harina de almidón en otros municipios del Urabá Antioqueño. La fabricación de artículos para el hogar y la producción de bioplásticos (PHB), podrían ser opciones que desde la decisión de los productores son posible desarrollarse con inversiones propias o asociación para llevar a cabo uno de estos dos productos. Por

último, la opción que no es llamativa para ninguno de los actores y no es aconsejable para el territorio son los paños absorbentes.

Estos resultados se pueden explicar, por un lado, porque el hecho de considerar un promedio igual para todos los criterios y subcriterios iguala el peso de la importancia que cada uno de estos dé a la alternativa evaluada, así entonces, la mayor o menor relevancia la dará cada actor de acuerdo a factores como el conocimiento, expectativas e intereses que tenga cada uno. Como segundo, la tendencia a favorecer las alternativas para las que haya una mayor disponibilidad de materia prima, como el vástago, hojas y fruta de descarte, por encima de casi todos los demás aspectos, lo cual se puede explicar desde su bajo costo por ser considerados residuos.

Por otra parte, al conocer las presentes conclusiones la alcaldía de Municipio de San Juan de Urabá, a través del secretario de planeación fijó su postura expresando que desde el ente se tenía una mayor expectativa por la alternativa de la obtención de almidón de plátano a partir de cáscaras y plátano de descarte, debido a que la vocación del Municipio es netamente agrícola, basado especialmente en la producción, y teniendo en cuenta que la explotación es principalmente la venta en fresco de la fruta, sin embargo, considera que, el Municipio tiene grandes posibilidades de implementar la alternativa obtención de fibras para aglomerados, porque significa el desarrollo potencial de una industria basada en aprovechar una materia prima abundante y de bajo costo. Además, continúa diciendo, existen y han existido muchos programas de generación de ingresos y generación de empleo con poco éxito, principalmente por la falta de estudios que analicen en profundidad todo el potencial y los riesgos de los diferentes proyectos.

Desde su Plan de Desarrollo actual aprobado para cuatro años, la Administración municipal ha decidido potenciar la agroindustria como el sector líder del Municipio para ser competitivo y generar ingresos y empleos. Es manifiesto el interés en continuar hacia una próxima etapa este proyecto, desde la institucionalidad local

están a disposición para seguir siendo actor en el impulso, acompañamiento y gestión de acciones y tareas para hacer realidad esta alternativa.

#### **4.3. Recomendaciones**

En el campo de la planeación del desarrollo de los territorios es cada día más necesario la implementación de metodología de la investigación a la hora de formular proyectos de impacto y reducir la incertidumbre, la carencia de este tipo de investigaciones ha producido fracasos en las políticas de desarrollo y su desconocimiento ha impedido su adecuada planeación y el poco aprovechamiento de las condiciones endógenas de los territorios. Es menester que los entes territoriales consideren a la academia como ese aliado que les provee herramientas para el logro de sus objetivos en materia de planeación, formulación y gerencia de proyectos.

Por otro lado, de estos resultados se desprende información que puede ser útil para el sector privado, en este caso los pequeños y medianos productores de plátano del Municipio para el ejercicio de diversificación de la oferta y reducir así los posibles impactos de la dependencia económica de un monocultivo.

Es necesario continuar investigando más a profundidad sobre cada una de las alternativas aquí presentadas en el caso de una posible implementación, además, sería recomendable en próximas investigaciones enfocarse en análisis de pequeños emprendimientos a partir de los residuos generados, en el fortalecimiento de la asociatividad y redes colaborativas.

No se descarta la alternativa de obtención de almidón de plátano a partir de cáscaras y plátano de descarte, pero se recomienda un estudio más a fondo de las condiciones requeridas para su implementación.

## 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>

Agama-Acevedo, E., Sañudo-Barajas, J. A., Vélez De La Rocha, R., González-Aguilar, G. A., & Bello-Pérez, L. A. (2016). Potential of plantain peels flour (*Musa paradisiaca* L.) as a source of dietary fiber and antioxidant compound. *CyTA - Journal of Food*, 14(1), 117 – 123. <http://doi.org/10.1080/19476337.2015.1055306>

Arteaga, M. R., Andrade, R. D., Durango, D. M., & Mosquera, J. J. (2015). Proceso de Elaboración de Mazamorra de Plátano. *Información Tecnológica*, 26(4), 45–52. <http://doi.org/10.4067/S0718-07642015000400007>

Aparicio-Saguilán, A., Aguirre-Cruz, A., Méndez-Montealvo, G., Rodríguez-Ambríz, S.L., García-Suárez, F.J., Páramocalderón, D.E. and Bello-Pérez, L.A. The effect of the structure of native banana starch from two varieties on its acid hydrolysis. *LWT - Food Science and Technology*, 58(2), 2014, p. 381-386

Barrera, J., Combatt, E., & Ramírez, Y. (2011). Efecto de abonos orgánicos sobre el crecimiento y producción del plátano Hartón ( *Musa AAB* ). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 5(2), 186–194.

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.

Bello, R. H., Linzmeyer, P., Franco, C. M. B., Souza, O., Sellin, N., Medeiros, S. H. W., & Marangoni, C. (2014). Pervaporation of ethanol produced from banana waste.

Waste Management, 34(8), 1501–1509.  
<http://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.04.013>

Blanco M.L. (2000). Pulpeo y caracterización de raquis de banano (Musa AAA, Giant Cavendish). Ingeniería, January 1, pp.1-5.

Boisier, S. (2009). Sinergia E Innovación Local. Semestre Económico, 24(24), 21–35.

Botero, J., & Mazzeo, M. (2009). Obtención de harina de ráquis del plátano dominico hartón, y evaluación de su calidad con fines de industrialización. Vector, 4, 83–94.

Bravo, V. (2015). Introduccion a los impactos ambientales sobre los recursos naturales. Retrieved from <http://www.fundacionbariloche.org.ar/wp-content/uploads/2016/09/INTRODUCCION-A-LOS-IMPACTOS-AMBIENTALES-VB-2015.docx1.pdf>

Carrillo A., Castro. F., Mejía A., Muñoz F., Pachón A., Torres. L., Harvey Zabala J., (1999). Propuesta para la producción de papel artesanal aprovechando los residuos vegetales generados durante la comercialización del plátano. Revista Química e Industria, Vol. 20 No. 1 Universidad Nacional de Colombia, pp.1.

Carro, R., & González, D. (2014). Productividad y Competitividad. Administración de Las Operaciones; Fondo de Ciencias Económicas Y Sociales, 1–16. Retrieved from [http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02\\_productividad\\_competitividad.pdf](http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02_productividad_competitividad.pdf)

Castillo, P. (2011). Política Económica: Crecimiento Económico, Desarrollo Económico, Desarrollo Sostenible. Revista Internacional Del Mundo Económico Y Del Derecho Volumen III, 1–12.

Castro, M. G. (2012). Cadena Productiva del Plátano. Diagnóstico de Libre Competencia. Superintendencia de Industria Y Comercio, 1, 7.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe -CEPAL- (2002). Calidad de Vida: Conceptos y medidas. Institute of Population Research and Social Policies.



Dávila, V. (2014). Determinación de los parámetros para la extracción de almidón del plátano bellaco (*Musa paradisiaca*). *Revista de Investigación Universitaria*, 3(2), 23–28.

Díaz-pérez, M., Giráldez-reyes, R., Armas-peña, D., Rodríguez-font, R., Villaseñor-garcía, E., & Carrillo-calvet, H. (2014). Tecnologías constituidas, innovaciones en proceso y tecnologías introducidas en el mercado internacional: caso de estudio. *TransInformacao*, 26(3), 349–360.

Donoso, P., Gómez, S. y Najle, N. (2009). Bioplásticos utilizados en la agroindustria. Seminario de procesos de producción y materiales industriales II. Recuperado de [http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2009/aq-campos\\_p/pdfAmont/aq-campos\\_p.pdf](http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2009/aq-campos_p/pdfAmont/aq-campos_p.pdf)

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>

Espinal, C. F., Martínez, H. J., & Peña, Y. La cadena del plátano en Colombia una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural 1–37 (2005).

Gómez, O. (2011). Los costos y procesos de producción, opción estratégica de productividad y competitividad en la industria de confecciones infantiles de Bucaramanga. *Escuela de Administración de Negocios EAN*, 70, 167–180. Retrieved from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-81602011000100014&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-81602011000100014&lng=en&tlng=es)

Goyeneche, G., & Parodi, T. (2017). Introducción a la Prospectiva – Síntesis metodológica. *Dirección de Planificación*, 20–27.

Granda, D., Mejía, A., & Jiménez, G. (2005). Utilización de Residuos de Plátano para la Producción de Metabolitos Secundarios por Fermentación en Estado Sólido con el Hongo *Lentinus crinitus*. *Vitae*, 12(2), 13–20.

Izquierdo, H. (2009). Empleo del follaje de plantas de *Musa spp* como alternativa para la alimentación animal. *Temas de Ciencia Y Tecnología*, 49–60.

Kasper, F., Eveline, R., Marangoni, C., Souza, O., y Sellin, N. (2013). Thermochemical characterization of banana leaves as potential energy source. *Energy conversion and management*. 75: 603 – 608.

López, J., Cuarán, J., Arenas, L., & Flórez, L. (2014). Usos potenciales de la cáscara de banano : elaboración de un bioplástico. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 1, 7–21. <http://doi.org/10.23850/24220582.109>

Martínez, J., Hernández, J., & Arias, A. (2017). Propiedades fisicoquímicas y funcionales del almidón de arroz ( *Oryza sativa L* ). *Asociación Colombiana de Ciencia Y Tecnología de Alimentos*, 25(41), 15–30.

Melo-Sabogal, D. V., Torres-Grisales, Y., Serna-Jiménez, J. A., & Torres-Valenzuela, L. S. (2015). APROVECHAMIENTO DE PULPA Y CÁSCARA DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca spp*) PARA LA OBTENCIÓN DE MALTODEXTRINA. *Biotecnología En El Sector Agropecuario Y Agroindustrial*, 13(2), 76–85. [http://doi.org/10.18684/BSAA\(13\)76-85](http://doi.org/10.18684/BSAA(13)76-85)

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>

Penaranda Contreras, O. I., Perilla Perilla, J. E., & Algecira Enciso, N. A. (2008). A review of using organic acids to chemically modify starch. *Ingeniería E Investigación*, 28(3), 47–52.

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.

Programa Midas. (2009). Situación actual y perspectivas del cultivo del plátano. *Boletín Informativo*, 3(7), 122.

Rodríguez, D. D. R., Avendaño, A. M. S., Ojeda, M. J. D., González, H. A. V., Morales, E. D., & Hernández, J. L. (2013). Producción de harina de Spirulina máxima para ser empleada como ingrediente en la elaboración de dietas para peces, 31(3), 187–191.

Rosillón, N., & Alejandra, M. (2009). Análisis financiero: Una herramienta clave para una gestión financiera eficiente. *Revista Venezolana de Gerencia*, 14(48), 606–628.

Saaty, R. W. (1987). The analytic hierarchy process-what it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, 9(3–5), 161–176. [http://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90473-8](http://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8)

Saval, S. (2012). Aprovechamiento de residuos agroindustriales: pasado, presente y futuro. *BioTecnología*, 16(2), 14–46.

Utrilla-Coello, R.G., Rodríguez-Huezo, M.E., Carrillo-Navas, H., Hernández-Jaimes, C., Vernon-Carter, E.J., and Alvarez-Ramirez, J. In vitro digestibility,

physicochemical, thermal and rheological properties of banana starches. *Carbohydrate Polymer*, 101, 2014, p. 154-62.

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>

Zúñiga-jara, S., & Soria, K. (2011). Costo del capital y evaluación de proyectos en Latinoamérica : una clarificación, 21, 39–49.

## **Anexos**

**Anexo A. Formato encuesta; Residuos agroindustriales del plátano**

**Anexo B. Encuestas realizada en la finca los Espejos**

**Anexo C. Encuestas realizadas en la finca los Robles**

**Anexo D. Encuestas realizadas en la finca Nueva Esperanza**

**Anexo E. Vigilancia tecnológica**

**Anexo F. Herramienta - template AHP de SCBUK**

**Anexo G. Formato encuesta para toma de decisión AHP**

**Anexo H. Encuestas AHP de investigadores para subcriterios cualitativos**

**Anexos I. Encuestas AHP de los actores para toma de decisión**

**Anexo J. Tabulación de los resultados de Toma de decisión**

**Anexo K. Reporte software MACTOR**