

## Estudio de prospectiva al 2032 de la cadena de plátano, un enfoque hacia los programas académicos del sector agroindustrial

Lina M. Suarez-Guzman<sup>1</sup>, Natalia M. Escobar-Marulanda<sup>1\*</sup>, y Jhon W. Zartha-Sossa<sup>2</sup>

(1) Facultad de Ciencias Agrarias y Agroindustria, Universidad Tecnológica de Pereira, Carrera 27 #10-02 Pereira - Risaralda – Colombia (correo-e: [lina.suarezguzman@utp.edu.co](mailto:lina.suarezguzman@utp.edu.co); [natalia.escobar1@utp.edu.co](mailto:natalia.escobar1@utp.edu.co) )

(2) Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Pontificia Bolivariana, Circular 1 N° 70-01, Medellín – Antioquia – Colombia (correo-e: [jhon.zartha@upb.edu.co](mailto:jhon.zartha@upb.edu.co))

\* Autor a quien debe ser dirigida la correspondencia

Recibido May. 26, 2020; Aceptado Jul. 23, 2020; Versión final Sep. 14, 2020, Publicado Dic. 2020

---

### Resumen

En este estudio se describen los resultados del proyecto regional “Alianza Regional para el Fortalecimiento del Sector Agroindustrial en Risaralda, Colombia - Componente Prospectiva”, cuyo objetivo consistió en fomentar el desarrollo rural y el fortalecimiento de la educación superior en Risaralda. Se aplica el método Delphi a dos rondas, por medio de invitación a grupos de interés nacional e internacional del sector plátano. Entre los resultados obtenidos se destacan 11 temas y tecnologías priorizadas, así como cuatro nuevos temas propuestos: 1) *Fusarium* raza 4, 2) desarrollo de nuevas variedades por diferentes métodos, 3) nuevas técnicas de mejoramiento genético como la edición de genomas y 4) variedades el plátano comino, algodón o guayabo. Se contribuye así a fortalecer las apuestas investigativas en educación superior de los programas en el sector agroindustrial de la región, mediante el desarrollo de proyectos relacionados con ciencia, tecnología e innovación en la cadena productiva de plátano.

*Palabras clave: método Delphi; plátano; agroindustria; innovación*

## A prospective study to the year 2032 of the plantain value chain, an approach towards academic programs in the agro-industrial sector

### Abstract

The present study describes the results of the project "Regional Alliance for the Strengthening of the Agroindustrial Sector in Risaralda, Colombia - Prospective Component." The objective of this project is to promote rural development and to strengthen higher education in Risaralda. The method Delphi is applied with two rounds and national and international stakeholders are invited. The results highlight 11 topics and technologies as priorities and four new topics are proposed: 1) *Fusarium* race 4, 2) development of new varieties by different methods, 3) new techniques for genetic improvement such as editing genomes, and 4) varieties of banana cumin, cotton or guava. This information will contribute to strengthening research in higher education programs in the agro-industrial sector of the region through the development of projects related to science, technology, and innovation in the production chain of green plantain.

*Keywords: Delphi method; green plantain; agribusiness; innovation*

## INTRODUCCIÓN

Los estudios de prospectiva tecnológica, se han utilizado para prever la adopción o difusión de innovaciones, trazando mapas de ruta comercialmente viables para el desarrollo tecnológico. Por otra parte, los gobiernos pueden utilizar estudios de previsión nacionales para evaluar el curso y el impacto del cambio tecnológico y sus implicaciones para una política pública efectiva (Ludovico et al., 2015). La prospectiva constituye una anticipación preactiva y proactiva para iluminar las acciones presentes con la luz de los futuros posibles y deseables, prepararse ante los cambios previstos no impide reaccionar para provocar los cambios deseados (Godet y Durance, 2007). Ben Martin (2001), describe la prospectiva tecnológica como el conjunto de “*tentativas sistemáticas para observar a largo plazo el futuro de la ciencia, la tecnología, la economía y la sociedad con el propósito de identificar las tecnologías emergentes que probablemente produzcan los mayores beneficios económicos y/o sociales*”. Cuando se habla de prospectiva, se está haciendo referencia a una herramienta que ofrece una ayuda para la aproximación de construcción del futuro (CEPAL, 2013).

Delphi es un método tradicional de estudios de futuros que recopila las evaluaciones de un panel de expertos sobre tesis o argumentos específicos relacionados con el futuro mediante rondas de cuestionarios interactivos que se repiten al menos dos veces (Auvinen et al., 2012). En el enfoque clásico, este método permite una comunicación eficiente del grupo de expertos que permanecen en el anonimato entre sí, con el fin de resolver un problema complejo (Nazarko et al., 2015). (Santos et al., 2017), menciona que las características del método se basan en cuatro principios: anonimato de los participantes; iteraciones a través de varias rondas; retroalimentación controlada, donde los participantes pueden comentar y criticar los juicios de otros hasta ahora; y la respuesta del grupo estadístico, donde se proporcionan estadísticas descriptivas de los juicios cuantitativos a los participantes después de cada ronda. Gracias a su anonimato permite que cada experto contribuya de manera libre con su propio juicio. Este método implica dos rondas con sus respectivos comentarios. Los expertos tienen acceso a los resultados estadísticos de la primera ronda, para continuar el proceso con las preguntas de la segunda ronda; alcanzando gradualmente un consenso (Huang y Lee, 2016; Chen y Lv, 2013).

Diversos estudios que se han realizado en Colombia de prospectiva han tenido como objetivo la identificación de las necesidades futuras de los recursos humanos que surgirá del impacto de los avances tecnológicos y las tendencias organizacionales, entre los estudios diversos del sector agropecuario realizados en Colombia en los últimos años se resaltan, estudios previos de futuro en el sector en el sector piscícola, (Montes et al., 2017), cafés especiales (Palacio et al., 2016), empaques biodegradables (Zartha et al., 2015), sector de la panela (Flórez, 2013), cadena láctea (Mejía, 2012), sector hortalizas (Rugeles et al., 2010), cadena caucho natural (Castellanos et al., 2009) y estudios previos de futuro en cacao (Castellanos et al., 2007) entre otros. Dentro de las cadenas agroindustriales priorizadas en el departamento de Risaralda, el plátano tiene un potencial desarrollo en la región, por la apertura de nuevos mercados, generación de empleo, ingresos y divisas; el mercado nacional consume alrededor de 12.000 toneladas de producto, lo que corresponde a menos del 0,5% de la producción nacional, que se destinan principalmente a la producción o preparación de comestibles, harinas, productos procesados para consumo humano y alimentos concentrados para el consumo animal. En la región cafetera, donde se encuentra el departamento de Risaralda, existen aproximadamente 30 industrias de transformación de plátano; los procesos más comunes son los snacks de plátano verde y maduro, precocidos, precongelados y harinas (Londoño et al., 2016).

Es así como el plátano (*Musa paradisiaca L.*) constituye uno de los principales productos en la economía agrícola de Colombia; genera aproximadamente 0.4% del Producto Interno Bruto del país ocupando el tercer lugar después del café y flores (Mahecha et al. 2017) y según la FAO su producción media anual es de 3.58 millones de toneladas (FAOSTAT, 2017). En términos de valor bruto de producción, el plátano (*Musa paradisiaca L.*) es el cuarto cultivo más importante del mundo en desarrollo después del arroz, el trigo y maíz, destacándose Ecuador como el mayor exportador de plátano con un valor exportado al año 2019 de 3.310.588 miles de USD. Colombia, se encuentra en el cuarto puesto después de Filipinas, Bélgica y Costa Rica, con exportaciones de 934.276 miles de UDS para el año 2019 (Trademap, 2020). Además de ser considerado un producto básico de exportación, es una importante fuente de empleo e ingresos en muchos países en desarrollo. La producción mundial de plátano para el año 2016 fue de 35.1 millones de toneladas, siendo los principales productores Camerún (12.31%), Ghana (11.27%), Uganda (10,58%), Colombia (10,09%) y Nigeria (8,81%). Conforme a la Asociación Colombiana de Productores de Plátano, la variedad principalmente cultivada en el país es el hartón, y otros como dominico, dominico hartón, popocho, cachaco y pelipita, cada variedad tiende a estar asociada con una región particular del país (Giraldo et al., 2019).

El departamento de Risaralda tiene una producción de 158.859 toneladas de plátano, con un área sembrada por hectárea de 17.914, un área cosechada por hectárea de 16.650 y un rendimiento en ton/ha de 9,5 en 10.320 fincas que aportan a tal rubro ofreciendo un precio por kilogramo que oscila entre los \$500 y \$1000 pesos para el 2017 (AGRONET, 2017). Un elemento fundamental lo constituye los predios certificados para

exportación que otorga el ICA, pues supone un requerimiento cumplido a la hora de expandirse al mercado internacional en materia de exigencias de calidad, que en el 2017 se registraron 18 predios certificados para la actividad exportadora. (Evaluación Agropecuaria Municipal Agrícola, 2018).

Teniendo en cuenta la visión de la cadena del plátano, la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP) - Colombia y el Ministerio de Educación Nacional unieron esfuerzos para conformar alianzas para el fortalecimiento del sector agroindustrial, donde se realizó un estudio de prospectiva a 2032 a través del método Delphi, con el objetivo de “priorizar las tecnologías, innovaciones y nuevos negocios relacionados con la cadena plátano al 2032”, tomando como base las necesidades del departamento de Risaralda para la consolidación como territorio de vocación agrícola sostenible, así como el fortalecimiento en la formación e investigación agroindustrial naciente en la región, con sus programas en ingeniería en procesos agroindustriales y la maestría en desarrollo agroindustrial, que desde el 2012, en la formulación del programa, reconoció la necesidad y pertinencia de programas que permitan apalancar proyectos de desarrollo regional del sector agropecuario ampliado hacia un sector productivo con valor agregado. En ese sentido, la formación en agroindustria en la UTP involucra actividades en docencia, investigación y extensión, para aplicarlos en el desarrollo y gestión de los Procesos Agroindustriales generando cadenas agroindustriales competitivas como respuesta a la vocación agropecuaria y empresarial de la región y el país con el objetivo de fomentar el desarrollo rural y el fortalecimiento de la educación superior en Risaralda

## **METODOLOGÍA**

Cada una de las fases y actividades del estudio de prospectiva, así como las decisiones medulares, fueron construidas y validadas por docentes investigadores de la UTP–Pereira – Risaralda - Colombia, Facultad de Ciencias Agrarias y Agroindustria y posteriormente socializadas, como se describe a continuación:

### *Fase I*

Con el fin de construir el árbol temático y tecnológico en la cadena plátano, esta fase comprendió la revisión de antecedentes y análisis de documentos de vigilancia tecnológica, ya que este árbol tecnológico hace referencia al conglomerado de temas resultantes de la vigilancia tecnológica realizada en bases de datos científicas, la metodología llevada a cabo para las actividades de vigilancia fueron determinadas por estudios previos de diferentes sectores agroindustriales como los establecidos por (Zartha et al., 2017). La construcción del perfil de expertos en esta fase, se realizó con base a obtener un equilibrio en cuanto a especialistas de la cadena plátano que cumplieran criterios como realización de publicaciones científicas, pregrado en el área de alimentos/agroindustria y tiempo de experiencia, provenientes de los diferentes sectores como universidades, empresas, estado/gobierno y algunas entidades de interfaz tales como: centros de desarrollo tecnológico (CDTs), centros de productividad, incubadoras de empresas y parques científicos y tecnológicos entre otros. En total fueron 100 los expertos o grupos de interés invitados de países como México, España, Estados Unidos, Nicaragua y Colombia los cuales fueron contactados por correo electrónico y a través de la red Researchgate, enviándoles una carta de invitación a participar del estudio de prospectiva al 2032 como expertos en la cadena de Plátano de Risaralda, Colombia y otros países.

### *Fase II*

Se elaboró un cuestionario para la primera ronda Delphi, el cual se realizó con base en el árbol de temas y tecnologías para cada agrupador, siendo la escala likert el modelo con el cual los expertos nacionales e internacionales contestaron la importancia o prioridad de cada tema o tecnología afines a la cadena plátano al 2032, el cuestionario está dirigido a priorizar un listado de temas correspondientes a cada agrupador, y se solicitó a los participantes anexar observaciones o justificaciones para los temas y tecnologías, se contó con un total de 19 respuestas recibidas por parte de los expertos en esta primera ronda Delphi. En cuanto a la afiliación de los expertos que participaron en el estudio se contó con la participación de 10 académicos, 3 empresarios, 6 representantes de instituciones públicas, dentro del grupo internacional se contó con aportes de 2 expertos de México, 1 de España, 1 de Estados Unidos y 1 de Nicaragua.

La escala likert es una medición que se utiliza para comprender las opiniones y actitudes de un experto hacia un proyecto, servicio, meta (Question Pro 2018, citados por Gamboa y Restrepo, 2018), siendo usada en estudios de prospectiva para priorizar tecnologías e innovaciones, las escalas van de 0 que se refiere a ninguna prioridad a 5 con una alta prioridad (Meijering et al., 2016; Foster, 2015), aunque también pueden tomar valores de 0 a 4, 0 a 7 y 0 a 9, conservando el orden de prioridad desde un mínimo hasta un valor máximo, para este estudio se elaboró el cuestionario con escala likert de 0 a 5 tal como se ha utilizado en estudios previos en subsectores agroindustriales como los Delphi en Cafés especiales (Palacio et al., 2016), empaques biodegradables (Zartha et al., 2015) sector piscícola, (Montes et al., 2017). En esta fase, una vez recibida la primera ronda Delphi debidamente diligenciada, se procedió a realizar el análisis estadístico donde

se utiliza diferentes técnicas tales como: moda, frecuencia modal y porcentaje de consenso, técnicas que han sido referenciadas en estudios previos (Zartha et al., 2019), con su respectivo informe ejecutivo.

Para el análisis estadístico de la primera ronda se tuvo en cuenta la aplicación a cada uno de los 55 ítems del valor de la moda, la frecuencia modal y el porcentaje de consenso (frecuencia modal/número total de respuestas), de tal forma que fueran insumo para las siguientes consideraciones: Temas prioritarios: moda 4 o 5 y porcentaje de consenso por encima del promedio del grupo (éste se refiere al agrupador temático, en este caso fueron 5 agrupadores, cada uno con su respectivo promedio). Temas no prioritarios: moda 0,1,2 y porcentaje de consenso por encima del promedio del grupo. Temas en discusión: aquellos temas que no quedaron en “prioritarios” o “no prioritarios”. (por ejemplo, temas con moda 3 o con moda 4 o 5 pero con consenso no superior al promedio del grupo).

### Fase III

En esta fase se realizó la construcción y envío de la segunda ronda Delphi, la cual buscaba retroalimentar los resultados obtenidos en la primera ronda, debido a que en esta etapa se le solicita al experto que al momento de diligenciar la encuesta “suba” los temas y tecnologías en discusión al grupo de prioritarios y que “baje” aquellos que ve en prioritarios pero que considera que deberían estar en el grupo de discusión.

Después de recibir la segunda ronda Delphi debidamente diligenciada por parte de los 19 expertos, se procedió a realizar el análisis estadístico donde se utilizan las técnicas estadísticas descritas para la primera ronda, en esta etapa, se presentan los resultados finales de la aplicación del método Delphi, donde se presentan luego de las 2 rondas Delphi los agrupadores con sus respectivos temas prioritarios.

El análisis estadístico de ésta segunda ronda, se calculó la frecuencia modal 2 (Fm2) la cual contiene la frecuencia modal 1 (Fm1) más el número de expertos que “entran” el tema o tecnología en la ronda dos “E2” (pero que en la ronda 1 no lo habían calificado como prioritario) menos los expertos que “sacan” el tema o tecnología en la ronda dos “S2” (pero que en la ronda uno lo habían calificado como prioritario), permitiendo de esta forma obtener los temas prioritarios, todo este proceso se resume en:  $Fm2 = Fm1 + E2$ .

En este estudio se aplicaron dos rondas de acuerdo con las tendencias de reducción del número de rondas y a los resultados de estudios previos realizados por (Camara et al., 2019; Adini et al., 2017; Varho et al., 2016).

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos del estudio se presentan por cada una de las fases del método Delphi para la cadena plátano.

### Fase I

Con el cuestionario de la primera ronda Delphi y la lista de 100 expertos en la cadena plátano, se procedió a enviar una carta de invitación a participar del estudio de prospectiva al 2032 a los expertos en el cadena de Plátano de Risaralda, Colombia y otros países, en el cual se les pedía diligenciar el cuestionario, donde un total de 5 agrupadores: variedades de plátano, agroindustria del plátano, Subproductos /residuos (aprovechamiento de residuos del plátano), cultivo y otros, con 55 temas en la cadena plátano se presentaron a los expertos, después de que el experto diligenció la información inicial sobre afiliación y nivel de formación, contestó el cuestionario que incluía las siguientes variables detalladas en la Tabla 1, priorizando un listado de temas correspondientes a cada agrupador, solicitando además anexar observaciones o justificaciones para los temas y tecnologías escogidos.

Tabla 1: Variables por agrupador de la primera ronda Delphi Plátano

<i>Variedades de Plátano</i>	
Dominico	África
Hartón	Cavendish
Dominico hartón	Gross Michel
Pelipita	FHIA
Cachaco - Popocho	
<i>Agroindustria del plátano</i>	
Aprovechamiento de integral de la planta de plátano	Caracterización de harina de guineo
Aprovechamiento integral de la planta de banano	Caracterización de almidón
Modificaciones – reacciones químicas que incluya el pseudotallo de plátano	Bebidas producidas a partir de fermentación
Almidones resistentes	Bebidas a partir del plátano

Tabla 1 (continuación)

<i>Agroindustria del plátano</i>	
Obtención de productos deshidratados de origen plátano y banano	Parámetros de calidad de chips de plátano
Obtención de productos deshidratados de origen plátano y banano	Parámetros de calidad de chips de plátano
Caracterización de harinas de origen de plátano y banano	Desarrollo de snacks
Modificación de almidones de origen plátano y banano	Sustituto del gluten
Uso de harinas, almidones nativos y almidones modificados de origen plátano y banano	Aditivo en la elaboración de cerveza
Efectos de las condiciones climáticas	Biomasa a partir de residuos como fuente de energía eléctrica para poblaciones no interconectadas
Aprovechamiento de desechos de la cadena productiva de plátano	Uso de residuos foliares para la alimentación de cerdos
Producción de biocombustibles	Fibra dietética antioxidante
Caracterización de harina de plátano dominico hartón	
<i>Subproductos /residuos (aprovechamiento de residuos del plátano)</i>	
Elaboración de películas biodegradables a partir de plátano	Plásticos biodegradables a partir del almidón oxidado de plátano
Conversión de tallo en fibras para la absorción de hidrocarburos	Extracción de pectina a partir de la cáscara del plátano
Almidones resistentes	Producción de bioetanol
Fibras aglutinantes	Sustito de la madera
Snacks étnicos	Elaboración de fibras de nanocelulosa
<i>Cultivo</i>	
Fungicidas para el control de hongos	Uso de plaguicidas en el cultivo de plátano
Fertilizantes a partir de componentes de la planta de plátano	Métodos alternativos para la propagación de semilla de plátano
Productividad del cultivo del plátano	Cultivos orgánicos
Eliminación de hongos en cultivo	
<i>Otros</i>	
Sostenibilidad de la cadena del plátano	Caracterización de sistemas de almacenamiento y empaques para la conservación fisicoquímica y organoléptica del fruto de plátano
TIC para actividad comercial asociada al plátano hartón	Ultrafiltración en plátano
Producción de plátano transgénico	

*Fase II*

Después del cierre de la fecha de recepción de cuestionarios de la primera ronda, se recibieron un total de 19 respuestas en Plátano, sobre las cuales se aplicó un análisis estadístico que incluyó el cálculo de la moda, frecuencia modal y el porcentaje de consenso con el fin de identificar los temas prioritarios, no prioritarios y en discusión. Después de los análisis estadísticos realizados de acuerdo con el método mencionado en la metodología, se hallaron, temas prioritarios: 19, temas no prioritarios: 0, temas en discusión: 22, temas No Sabe / No Responde: 15 y los cuatro temas nuevos: Fusarium raza 4, desarrollo de nuevas variedades por diferentes métodos, nuevas técnicas de mejoramiento genético como la edición de genomas y variedades, el Plátano comino, algodón o guayabo.

Los resultados obtenidos para la primera ronda Delphi en los temas priorizados por cada agrupador, los expertos de acuerdo con la escala Likert dieron una prioridad del 63% a la Agroindustria del Plátano, 16% a variedades del plátano, 11% a cultivo, 5% a subproductos y 5% a otros. Respecto a los temas en discusión se obtuvo un 23% de consenso respecto a variedades de Plátano, 45% en agroindustria del Plátano, 4% en Subproductos /Residuos (aprovechamiento de residuos del Plátano), 23% en cultivo y 5% en otros. Lo que indica que en el agrupador Agroindustria del Plátano se encuentra el mayor conceso de temas priorizados para abordar al 2032. Con base en lo anterior, se procedió a elaborar el informe ejecutivo de la primera ronda Delphi, como insumo fundamental para los expertos que contestaron la segunda ronda, ya que una de las

características del método Delphi es la retroalimentación para el experto, de esta forma se obtuvieron 49 justificaciones o retroalimentaciones sobre los temas analizados por los expertos.

### Fase III

La construcción del cuestionario de la segunda ronda Delphi, se realizó con base en el resultado de la primera ronda. En las instrucciones se presentó una explicación de cómo contestar cada agrupador (Variedades de Plátano, agroindustria del Plátano, cultivo, subproductos/residuos, otros), ya que los cambios que el experto realizó eran diferentes para cada agrupador. Básicamente el experto tuvo que leer los aspectos relevantes que en la primera ronda se consolidaron para cada tema de cada agrupador. Con base en la información suministrada, el experto pudo establecer si un ítem que estaba en prioritario, debería pasar a discusión, y de los temas en discusión, debería pasar a prioritario.

En la Tabla 2, se observan los resultados obtenidos del análisis de la segunda ronda Delphi sobre las respuestas de los mismos 19 expertos que participaron en la primera ronda en la cadena de Plátano en comparación con la primera ronda Delphi, de acuerdo con esta tabla se obtuvieron 25 temas y tecnologías prioritarias en las dos rondas, 11 de ellos cumplieron con el requisito de ser prioritarios en ambas rondas.

Tabla 2: Resumen de temas y tecnologías prioritarios en las dos rondas Delphi para la cadena Plátano.

<i>Temas y tecnologías prioritarios</i>	<i>Consenso 1ª ronda</i>	<i>Consenso 2ª ronda</i>
<i>Variedades de Plátano</i>		
Dominico hartón	Prioritario	Prioritario
<i>Agroindustria del Plátano</i>		
Aprovechamiento integral de la planta del plátano	Prioritario	Prioritario
Aprovechamiento integral de la planta del banano	Prioritario	Discusión
Obtención de productos deshidratados de origen plátano y banano	Prioritario	Prioritario
Caracterización de harinas de origen de plátano y banano	Prioritario	Prioritario
Efectos de las condiciones climáticas	Discusión	Prioritario
Aprovechamiento de desechos de la cadena productiva del plátano	Prioritario	Prioritario
Caracterización de harina de plátano dominico hartón	Prioritario	Discusión
Caracterización de harina de guineo	Prioritario	Discusión
Bebidas producidas a partir de fermentación	Discusión	Prioritario
Parámetros de calidad de chips de plátano	Prioritario	Discusión
Desarrollo de snacks	Prioritario	Prioritario
Sustituto del gluten	Prioritario	Discusión
Reemplazante de azúcar	Prioritario	Discusión
Fibra dietética antioxidante	Prioritario	Discusión
<i>Subproductos/residuos (aprovechamiento de residuos del plátano)</i>		
Plásticos biodegradables a partir del almidón oxidado de plátano	Prioritario	Prioritario
Sustituto de la madera	Discusión	Prioritario
Elaboración de fibras de nanocelulosa	Prioritario	Prioritario
<i>Cultivo</i>		
Fertilizantes a partir de componentes de la planta de plátano	Discusión	Prioritario
Productividad del cultivo del plátano	Prioritario	Prioritario
Métodos alternativos para propagación de semilla de plátano	Prioritario	Discusión
Cultivos orgánicos	Discusión	Prioritario
<i>Otros</i>		
Sostenibilidad de la cadena del plátano	Prioritario	Prioritario
TIC para actividad comercial asociada al plátano hartón	Prioritario	Prioritario
Caracterización de sistemas de almacenamiento y empaques para la conservación fisicoquímica y organoléptica del fruto de plátano	Prioritario	Discusión

En el grupo 1 de variables genéricas sobre plátano solo un tema y tecnología fue priorizado en las dos rondas (Dominico hartón). En el grupo 2 de agroindustria del plátano, 12 temas y tecnologías fueron prioritarias en la primera ronda, mientras que 2 no fueron prioritarios en la primera ronda y si entraron en la categoría de la segunda ronda de temas y tecnologías, los cuales fueron: efectos de las condiciones climáticas y bebidas producidas a partir de fermentación. En el grupo 3 de subproductos/ residuos (aprovechamiento de residuos del plátano), 2 temas y tecnologías fueron prioritarias en la primera ronda, mientras que uno no fue prioritario en la primera ronda, pero si entró como prioritario en la segunda, el tema fue sustituto de la madera. En el grupo 4 de cultivo, 2 temas y tecnologías fueron prioritarios en la primera ronda, mientras que 2 no fueron prioritarios en la primera ronda, pero si entraron como prioritarios en la segunda ronda, los temas fueron fertilizantes a partir de componentes de la planta de plátano y cultivos orgánicos. En el grupo 5 otros, 3 temas y tecnologías fueron prioritarios en la primera ronda, mientras que uno fue prioritario en la primera ronda, pero no entró como prioritario en la segunda ronda, los temas prioritarios fueron caracterización de sistemas de almacenamiento y empaques para la conservación fisicoquímica y organoléptica del fruto de plátano.

Los temas, tecnologías e innovaciones presentados en la tabla 3, tuvieron en la primera ronda un criterio de moda alta 4 o 5 y en la segunda ronda lograron un consenso mayor, lo que significa que los grupos de interés participantes no cambiaron sustancialmente de opinión sobre su importancia o prioridad al 2032. Estos temas y tecnologías se constituyen en el primer insumo para los cursos de capacitación y otras estrategias que desde las universidades relacionadas con programas de agroindustria pueden ofrecer a los productores, gremios, empresarios y otros grupos de interés relacionados con la cadena de plátano.

Tabla 3: Temas prioritarios en las 2 rondas Delphi para la cadena de Plátano.

	<i>Temas prioritarios</i>
1	Dominico hartón
2	Aprovechamiento integral de la planta del Plátano
3	Obtención de productos deshidratados de origen Plátano y banano
4	Caracterización de harinas de origen de Plátano
5	Aprovechamiento de desechos de la cadena productiva del Plátano
6	Desarrollo de snacks
7	Plásticos biodegradables a partir del almidón oxidado de Plátano
8	Elaboración de fibras de nanocelulosa
9	Productividad del cultivo del Plátano
10	Sostenibilidad de la cadena del Plátano
11	TIC para actividad comercial asociada al Plátano hartón

Los temas y tecnologías prioritarios en las dos rondas se complementan con aquellos que suben como prioritarios en la segunda ronda, aunque en la primera hayan sido temas en discusión, esto quiere decir que la primera ronda del estudio Delphi su consenso no estuvo por encima del promedio de su grupo, pero en la segunda ronda varios expertos participantes lo incluyeron como prioritario, fruto de la retroalimentación que se hace con los comentarios de todos los encuestados y que son insumo de la segunda encuesta. Dichos temas y tecnologías están representados en cinco temas: efecto de las condiciones climáticas, bebidas producidas a partir de la fermentación, sustituto de la madera, fertilizantes a partir de componentes de la planta de plátano, cultivos orgánicos, que representan una diversidad de apuestas a involucrar en los diferentes eslabones cadena de plátano como alternativa tanto productivas como de desarrollo de productos.

## DISCUSIÓN FINAL

De los 16 temas y tecnologías prioritarios en la segunda ronda, sólo 11 cumplieron con el requisito de prioritario en ambas rondas, estos temas giran sobre dominico hartón, aprovechamiento integral de la planta de plátano, obtención de productos deshidratados, caracterización de harinas, aprovechamiento de desechos de la cadena productiva, desarrollo de snacks, plásticos biodegradables a partir del almidón oxidado de plátano, elaboración de fibras de nanocelulosa, productividad del cultivo del plátano, sostenibilidad de la cadena del plátano, TIC para actividad comercial asociada al plátano hartón. Los dos temas prioritarios con mayor porcentaje de consenso por encima del 30% en cada uno de los cuatro agrupadores fueron: dominico, dominico hartón, aprovechamiento de desechos de la cadena productiva del plátano, desarrollo de snacks, plásticos biodegradables a partir del almidón oxidado de plátano, elaboración de fibras de nanocelulosa, productividad del cultivo del plátano, métodos alternativos para propagación de semilla de plátano, sostenibilidad del cadena del plátano, TIC para actividad comercial asociada al plátano hartón.

Uno de los aspectos a resaltar de los resultados obtenidos, son los cuatro temas nuevos, Fusarium raza 4, desarrollo de nuevas variedades por diferentes métodos, nuevas técnicas de mejoramiento genético como la edición de genomas, el plátano comino, algodón o guayabo; que van encaminados a mejorar la productividad y a mitigar las enfermedades de interés económico en el cultivo de plátano. Lo anterior, junto con los resultados elegidos como prioritarios, son temas claves a abordar e incorporar en investigación y contenidos curriculares de los programas agroindustriales, lo que conlleva a las instituciones a repensar sus programas académicos con el fin de estar a la vanguardia en la educación que imparten a sus estudiantes. Es así, como se pueden definir apuestas directas dentro de la cadena de la I+D+i y actividades de formación desde las universidades, a través de la interacción empresa-universidad-estado que promuevan el desarrollo de la cadena productiva de plátano, como se muestra en la figura 1. Adicionalmente, los temas y tecnologías mencionados trascienden a la región específica donde se realizó el estudio y se convierten en insumos para actores relacionados con el sistema sectorial de ciencia, tecnología e innovación del subsector específico del plátano alineadas con el Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano (2017-2027) en su objetivo 1: “Incrementar la productividad y competitividad de los sistemas productivos agroindustriales, para el cambio técnico y la generación de valor mediante actividades de I+D+i y soluciones enfocadas a las demandas”.

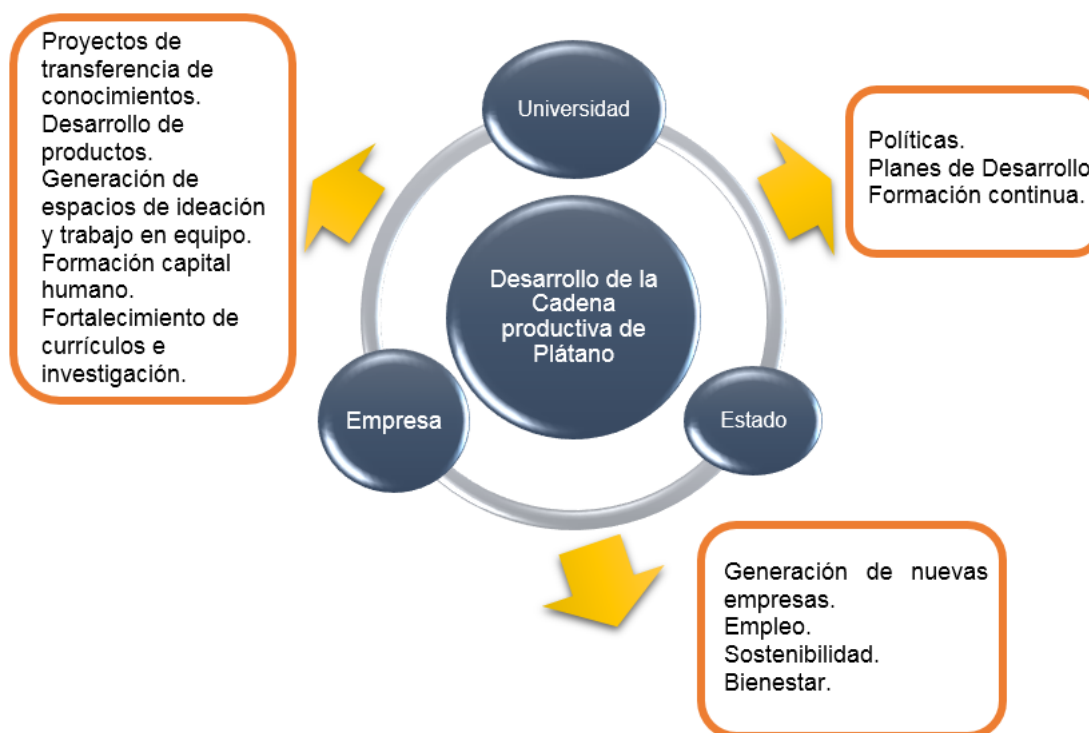


Fig. 1: Desarrollo de la cadena de plátano a través de los programas de formación de la UTP

Entre estas apuestas están: participación en el desarrollo de políticas y planes de desarrollo en la región, proyectos de transferencia de conocimiento en los temas/tecnologías/innovaciones ganadoras en las dos rondas Delphi y los nuevos temas prioritarios de la 2da ronda Delphi para la adopción de tecnologías emergentes, desarrollo y estandarización de productos a partir de plátano y aprovechamiento integral de la planta; generación de espacios de ideación y trabajo en equipo, soluciones o nuevos emprendimientos; formación de capital humano que integre las actividades del sector frente a la investigación y extensión en contextos globalizados que benefician el desarrollo de cadena de forma sostenible; generación de programas de formación continua; fortalecimiento de los programas en UTP como la ingeniería en procesos agroindustriales y la maestría en desarrollo agroindustrial en la renovación de sus currículos de acuerdo a la política de la UTP, donde cada facultad de la universidad de acuerdo a las orientaciones para la renovación curricular propone el tipo de formación que se quiere para los estudiantes y los profesionales egresados, que permita generar empleo, nuevas empresas y bienestar en la sociedad.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con la investigación presentada y a los resultados obtenidos, se pueden plantear las siguientes conclusiones principales: 1) La consulta a expertos dirigió la investigación hacia las apuestas a futuro en la cadena productiva de plátano donde se identificaron 55 áreas de estudio en 5 agrupadores en temas relacionados con ciencia, tecnología e innovación: variedades de plátano, agroindustria del plátano, subproductos/residuos cultivo y otros, de los cuales 11 temas fueron prioritarios en ambas rondas Delphi y 4



temas fueron nuevos: Fusarium raza 4, desarrollo de nuevas variedades por diferentes métodos, nuevas técnicas de mejoramiento genético como la edición de genomas, el Plátano comino, algodón o guayabo, los cuales a través de un trabajo conjunto entre las universidades y los centros de investigación, permitirían responder a los retos que representa la producción sostenible de plátano en la región. 2) Los resultados del estudio se convertirán en insumos para fortalecer la investigación y los currículos de los programas de formación agroindustrial de la región como la ingeniería en procesos agroindustriales y la maestría en desarrollo agroindustrial para responder a los retos y brechas que se presentan en la cadena productiva de plátano en temas prioritarios como las variedades, aprovechamiento de desechos, desarrollo de snacks, plásticos biodegradables, elaboración de fibras de nanocelulosa, productividad del cultivo, métodos alternativos para propagación de semilla, sostenibilidad de la cadena, TIC para actividad comercial; 3) el estudio puede generar interacciones universidad-empresa-estado para el desarrollo de la cadena de plátano en Risaralda - Colombia mediante proyectos, emprendimientos, trabajo colaborativo y transferencia de conocimiento/tecnología para la innovación.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Tecnológica de Pereira, al Ministerio de Educación Nacional y a la Facultad de Ciencias agrarias y Agroindustria, quienes financiaron esta investigación mediante el convenio interadministrativo número 0898 de 2018 suscrito entre el Ministerio de Educación Nacional y la Universidad Tecnológica de Pereira.

## REFERENCIAS

- Adini, B., Cohen, O., y otros cinco autores, Striving to be Resilient: What Concepts, Approaches and Practices Should be Incorporated in Resilience Management Guidelines?, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.01.020>, *Technological Forecasting and Social Change*, 121, 39-49 (2017).
- AGRONET, Evaluaciones Agropecuarias Municipales, Plátano, Ministerio de Agricultura, Bogotá, Colombia, (2017).
- Auvinen, H., Tuominen, A., y Ahlqvist, T, Towards long-term foresight for transport: Envisioning the Finnish Transport system in 2100, <https://doi.org/10.1108/14636681211239746>, *Foresight*, 14(3), 191-206 (2012).
- Camara, Y., Sow, F., y otros cuatro autores, Stakeholder involvement in cattle-breeding program in Developing Countries: A Delphi survey, <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.08.014>, *Livestock Science*, 228, 127-135 (2019).
- Castellanos, O.F., Torres, L.M., y otros tres autores, Agenda Prospectiva de Investigación y Desarrollo Tecnológico Para la Cadena Productiva de Cacao-Chocolate en Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia (2007).
- Castellanos, O.F., Fonseca, S.L., Barón, M.R., Agenda Prospectiva de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Cadena Productiva de Caucho Natural y su Industria en Colombia, ISBN: 978-958-8536-02-6, *Revista Ingeniería e Investigación*, 29(2), 146-147 (2009).
- CEPAL., Prospectiva y Desarrollo: El clima de la Igualdad en América Latina y el Caribe a 2020. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile, Chile (2013).
- Chen, M., y Lv, J. H., Research on Advanced Manufacturing Technology Foresight of Chinese Furniture Industry, [https://doi.org/10.1007/978-1-4471-4802-9\\_32](https://doi.org/10.1007/978-1-4471-4802-9_32), *Informatics and Management Science I*, 204, 243-249 (2013).
- Evaluación Agropecuaria Municipal Agrícola, Gobernación de Risaralda – Colombia (2018).
- FAOSTAT, División de Estadísticas de la FAO, En línea: [http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/commodities\\_by\\_country](http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/commodities_by_country) (2017).
- Flórez, D.H., Agenda Prospectiva de Investigación de la Cadena Productiva de la Panela y su Agroindustria, ISSN 0123-921X, *Tecnura*, 72-86 (2013).
- Foster, B., Technology foresight for sustainable production in the German automotive supplier industry, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.09.010>, *Technological Forecasting and Social Change*, 92, 237 – 248, (2015).
- Gamboa, A., Restrepo, D., Centro de Servicio de Conocimiento como Estrategia para el Mejoramiento de la Productividad en los Proyectos del Sector de Ingeniería y Construcción (E&C) en Colombia. Tesis de Magister. Escuela de Administración. Universidad EAFIT, Medellín, Colombia (2018).
- Giraldo, G.L., Rodríguez, S., y Sanabria, N., Preparation of instant green banana flour powders by an extrusion Process, <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2019.05.050>, *Powder Technology*, 353, 437 – 443, (2019).
- Godet, M., y Durance, P., *Prospectiva Estratégica: Problemas y Métodos*, 2ª Ed., 5-13, Cuadernos de LIPSOR, Paris, Francia (2007).
- Huang, W.C., y Lee, Y.Y., Strategic Planning for Land Use under Extreme Climate Changes: A Case Study in Taiwan, <https://doi.org/10.3390/su8010053>, *Sustainability*, 8(1), 53, (2016).
- Londoño, A., Rey, R., y Pérez, M., *Risaralda Territorio Agroindustrial*, 1ª Ed., Pereira, Risaralda, Colombia (2016).

- Ludovico, M.F., Caldas, C.A., y Campelo, M.A., Technology Foresight on Emerging Technologies: Implications for a National Innovation Initiative in Brazil, *Journal of Technology Management & Innovation*, ISSN: 0718-2724, 10(2), 183–197 (2015).
- Mahecha, G., Sierra, S., y Posada, R., Diversity indices using arbuscular mycorrhizal fungi to evaluate the soil state in Banana Crops in Colombia, <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2016.09.017>, *Applied Soil Ecology*, 109, 32–39 (2017).
- Martin, B., Foresight in Science and technology, <https://doi.org/10.1080/09537329508524202>, *Technology Analysis & Strategic Management*, 7(2), 139-178 (1995).
- Meijering, J.V., y Tobi, H., The effect of controlled opinion feedback on Delphi Features: Mixed messages from a real-world Delphi Experiment, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.11.008>, *Technological Forecasting and Social Change*, 103, 166 – 173 (2016).
- Mejía, F., Prospectiva de la Cadena Láctea del Departamento de Nariño al Horizonte del año 2020, ISSN 2539-0554, *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas*, 8(1), 36-54 (2012).
- Montes, J. M., Vargas, E.E., y otros cinco autores., Priority technologies and innovations in the fishing agribusiness by the Year 2032, Foresight study through the Delphi method, <https://doi.org/10.22507/rli.v14n2a10>, *Revista La sallista de Investigación*, 14(2), 105-120 (2017).
- Nazarko, J., Radziszewski, P., y otros once autores., Foresight Study of Road Pavement Technologies, <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.10.016>, *Procedia Engineering*, 122, 129-136 (2015).
- Palacio, J., Hernández, R., Rios, A., y Zartha, J., Estudio de Prospectiva: Aplicación del método Delphi en Cafés Especiales en Colombia al 2025, ISSN:0798-1015, *Revista Espacios*, 37(14), 7 (2016).
- PECTIA., Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano. Departamento de Ciencia, Tecnología., Bogotá, D.C, Colombia, (2016).
- Rugeles, L., Ávila, J., y otros cuatro autores, Agenda Prospectiva de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Cadena de Hortalizas en Colombia: Salsa de Ají, 1ª Ed., 9-103, Giro Editores Ltda, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Bogotá, Colombia (2010).
- Santos, C., Araújo, M., y Correia, N., A methodology for the identification of strategic technological competences: An application in the sheet metal equipment industry, <https://doi.org/10.1016/j.futures.2017.05.002>, *Futures*, 90, 31-45 (2017).
- TRADE MAP., Estadísticas del Comercio para el Desarrollo Internacional de las Empresas, Tomado de [https://www.trademap.org/Country\\_SelProduct\\_Graph.aspx](https://www.trademap.org/Country_SelProduct_Graph.aspx) (2020).
- Varho, V., Rikkonen, P., y Rasi, S., Futures of distributed small-scale renewable energy in finland – A Delphi study of the opportunities and obstacles up to 2025, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.12.001>, *Technological Forecasting and Social Change*, 104, 30-37 (2016).
- Zartha, J., Villada, H., y otros ocho autores, Application of Delphi Method in a foresight study on Biodegradable Packaging up to 2032, <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2288.1123>, *Espacios*, 36(1), 3 (2015).
- Zartha, J., Montes, J.M., y otros cuatro autores, DELPHI METHOD IN TECHNOLOGICAL FORESIGHT STUDIES: An Approach to Calculating the Number of Experts and the Application of the Competence Coefficient “K” Expert, ISSN.1909-9959, *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(1), 105-115 (2017).
- Zartha, J., Halal, W., Hernandez, R., Delphi Method: analysis of rounds, stakeholder and statistical indicators, <https://doi.org/10.1108/fs-11-2018-0095>, *Foresight*, 21(5), 525-544 (2019).