

# Sectorial Foresight Studies as an Input for Training and Research in Agroindustrial Process Engineering

Jorge Ivan Quintero Saavedra. PhD<sup>1</sup>. Lina Maria Suárez Guzmán. MSc<sup>2</sup>. Natalia Milena Escobar Marulanda. MSc<sup>3</sup>, Diana Carolina Meza Sepulveda. MSc<sup>4</sup>. Juliana Jaramillo Hurtado<sup>5</sup>. Diego Alejandro Agudelo Tapasco<sup>6</sup>, Jhon Wilder Zartha Sossa. PhD<sup>7</sup>. Gina lia Orozco Mendoza. MSc<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, j.quintero1@utp.edu.co, <sup>2</sup>Universidad Tecnológica de Pereira, Colombialina.suarezguzman@utp.edu.co, <sup>3</sup>Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, natalia.escobar1@utp.edu.co, <sup>4</sup>Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, dcmeza@utp.edu.co, <sup>5</sup>Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, jjaramillo@utp.edu.co, <sup>6</sup>Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, diegoalejandro.agudelo@utp.edu.co, <sup>7</sup>Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia, jhon.zartha@upb.edu.co, <sup>8</sup>Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia, gina.orozco@upb.edu.co

*Abstract - The present study shows the results of three prospective studies in Cocoa, Avocado and blackberry by 2032, as part of the activities and results of the project “Regional Alliance for the Strengthening of the Agroindustrial Sector in Risaralda - Colombia” which will become a commitment to the development of new and / or improved training programs in the agribusiness sector of Risaralda by 2032, being input for training programs, curricula and research projects for interest groups related to Agroindustrial and Related Process Engineering. The methodology used included several techniques such as PESTAL analysis, structural analysis, transposed matrices, simple probabilities, conditioned probabilities, bayes theorem for the co-development of scenarios, fashion calculation and consensus percentages, techniques used within the scenario methodology and the method Delphi two rounds. Among the most important results is the obtaining of 38 key variables or drivers in the three sectors, the identification of 22 actors between each sector with a greater force relationship, the generation of 6 future objectives, 14 hypotheses and 80 scenarios for each chain agroindustrial, as well as the prioritization of 94 themes / technologies and innovations among which are highlighted in Cocoa: 42 Avocado: 26 Mora: 26, this study is expected to become an input for the programs of Agroindustrial Process Engineering and others programs focused on food and agrifood processes can establish and validate research priorities, new R & D & I projects, training and extension programs and provide feedback on their areas and courses.*

*Keywords – Engineering, Foresight, Delphi, Scenarios*

Digital Object Identifier (DOI):  
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.169>  
ISBN: 978-958-52071-4-1 ISSN: 2414-6390

# Estudio de prospectiva sectoriales como insumo para la formación e investigación en ingeniería en procesos agroindustriales

Jorge Ivan Quintero Saavedra. PhD<sup>1</sup>. Lina Maria Suárez Guzmán. MSc<sup>2</sup>. Natalia Milena Escobar Marulanda. MSc<sup>3</sup>, Diana Carolina Meza Sepulveda. MSc<sup>4</sup>. Juliana Jaramillo Hurtado<sup>5</sup>. Diego Alejandro Agudelo Tapasco<sup>6</sup>, Jhon Wilder Zartha Sossa. PhD<sup>7</sup>. Gina lia Orozco Mendoza. MSc<sup>8</sup>

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, j.quintero1@utp.edu.co, <sup>2</sup>Universidad Tecnológica de Pereira, Colombialina.suarezguzman@utp.edu.co, <sup>3</sup>Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, natalia.escobar1@utp.edu.co, <sup>4</sup>Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, dcmeza@utp.edu.co, <sup>5</sup>Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, jjaramillo@utp.edu.co, <sup>6</sup>Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, diegoalejandro.agudelo@utp.edu.co, <sup>7</sup>Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia, jhon.zartha@upb.edu.co, <sup>8</sup>Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia, gina.rozco@upb.edu.co

**Resumen-** El presente estudio muestra los resultados tres estudios de prospectiva en Cacao, Aguacate y mora a 2032, como parte de las actividades y resultados del proyecto “Alianza Regional para el Fortalecimiento del Sector Agroindustrial en Risaralda – Colombia” las cuales se convertirán en apuesta para el desarrollo de nuevos y/o mejorados programas de capacitación en el sector agroindustrial de Risaralda al 2032, siendo insumo para programas de formación, planes de estudio y proyectos de investigación para los grupos de interés relacionados con la Ingeniería de Procesos Agroindustriales y afines. La metodología utilizada comprendió varias técnicas como análisis PESTAL, análisis estructural, matrices traspuestas, probabilidades simples, probabilidades condicionadas, teorema de Bayes para el desarrollo de escenarios, cálculo de moda y porcentajes de consenso, técnicas utilizadas dentro de la metodología de escenarios y el método Delphi a dos rondas. Entre los resultados más importantes se observa la obtención de 38 variables clave en los tres sectores, la identificación de 22 actores entre cada sector con mayor relación de fuerza, la generación de 6 objetivos de futuro, 14 hipótesis y 80 escenarios por cada cadena agroindustrial, así como la priorización de 94 temas/tecnologías e innovaciones entre las que se resaltan en Cacao: 42 Aguacate: 26 Mora:26, se espera que este estudio se convierta en un insumo para que los programas con foco en Procesos agroindustriales, alimentos y procesos agroalimentarios puedan establecer y validar prioridades investigativas, nuevos proyectos de I+D+I, programas de formación y extensión y retroalimentar sus áreas y cursos en sus planes de estudio.

**Palabras claves–** Ingeniería, Prospectiva, Delphi, Escenarios.

## 1. INTRODUCCION

El mundo actual se caracteriza por su tendencia a la globalización tecnológica, económica, social y política, por lo tanto es conveniente que los programas de Ingeniería de las instituciones de educación superior conozcan y analicen las áreas, tecnologías, variables, factores de cambio, tendencias e invariantes relacionadas con este proceso, con el fin de prepararse para tomar decisiones mejor fundamentadas[1].

Los estudios de prospectiva tecnológica tienen una gran influencia en políticas de innovación en los países, ya que

ofrece la posibilidad de identificar y aprovechar las oportunidades a futuro en las que un sector determinado debe apostar en Ciencia, Tecnología, industria y sociedad mediante un proceso participativo de científicos, industriales y gobierno [2].

En la actualidad el direccionamiento estratégico de las Facultades de Ingeniería en procesos agroindustriales y afines requieren de la identificación de factores de cambio, identificación de tendencias, escenarios y priorización de tecnologías e innovaciones los cuales abren una puerta a la investigación y transferencia agroindustrial tanto a nivel nacional como internacional. Los estudios de los programas de ingeniería con las nuevas tendencias de ciencia y tecnología, han generado un gran interés a nivel internacional, creando la necesidad de adaptar los currículos a las nuevas necesidades, priorizando tecnologías e innovaciones en las facultades de ingeniería, permitiendo así la adaptación de los currículos a las nuevas realidades de la Ingeniería, su enseñanza y objetivos, mejorando la calidad y visión de futuro de los programas académicos.

El presente trabajo presenta los resultados del proyecto 898 de 2018 entre la Facultad de Ciencias Agrarias y Agroindustria de la Universidad Tecnológica de Pereira-Risaralda - Colombia y el Ministerio de Educación Nacional, relacionado con la alianza regional para el fortalecimiento del sector agroindustrial en Risaralda, en el objetivo de realización de un estudio de prospectiva sobre las necesidades del Departamento de Risaralda-Colombia para su consolidación como territorio de vocación agrícola sostenible, donde se desarrolló un estudio prospectivo, aplicando el método Delphi en dos rondas, adicionalmente, se desarrolló la aplicación de la metodología de escenarios, para de esta manera definir las prioridades investigativas, académicas, de transferencia y de innovación, en las cuales estratégicamente las Facultades de Ingeniería en Procesos Agroindustriales y afines podrían enfocarse en los próximos años; apalancando así la apuesta Institucional

Digital Object Identifier (DOI):  
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.169>  
ISBN: 978-958-52071-4-1 ISSN: 2414-6390

de los focos estratégicos, de este modo este trabajo respondió la siguiente pregunta ¿Cuáles son las líneas, áreas temáticas, tecnologías, innovaciones y posibles nuevas ofertas de capacitación y/o transferencia que serán representativas para el 2032 en los sectores de CACAO, AGUACATE y MORA para Risaralda?

## II. MARCO TEÓRICO

La prospectiva se caracteriza por ser un proceso holístico que permite la participación en la planeación de futuros aplicables a una sociedad, una institución o una organización, compuesto por la vinculación y la resignificación constante de los componentes políticos, sociales y económicos frente a una relación de variables tanto del presente como del futuro”[3].

La prospectiva también puede considerarse como la “Disciplina de gestión que permite reflexionar sobre el futuro – lo que podría ser y lo que debería ser -, con miras a orientar la acción humana – individual o colectiva- en el presente, mediante toda una infraestructura conceptual y metodológica aplicable a problemas de diferentes campos y áreas” [4].

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 surgirán del impacto de los avances tecnológicos y las tendencias organizacionales entre los 5 y 10 años [5].

### A. Metodología de Escenarios

En la creación de futuros y la planeación de escenarios, hay muchos futuros posibles y no hay una única ruta que conduzca de uno a otro. La descripción de un futuro posible o futurible, más el camino que conduce hacia ese futuro constituye un escenario[6].

En Francia, el método de escenarios se aplicó por primera vez por la DATAR, una organización gubernamental durante los estudios futuros de la región. Desde entonces, el método ha sido adaptado a muchos sectores como agroindustria y servicios, y también en niveles geográficos y políticos, por ejemplo, regiones, estados, países, o incluso el mundo entero[7].

La planeación por escenarios es una técnica de prospectiva efectiva para tratar con la velocidad y escala de la innovación disruptiva, un escenario es una visión de un estado de futuro posible del mundo y su ambiente relevante, además los escenarios son metodológicamente historias construidas sobre alternativas futuras en las cuales las decisiones de hoy podrían llevarse a cabo[6].

La técnica de escenarios ofrece una aproximación con diferentes alternativas, un escenario es un extenso y

detallado retrato de un posible mundo futuro, no son pronósticos, son descripciones imaginativas y plausibles de lo que podría pasar, los escenarios simplemente describen eventos y tendencias y como ellos pueden ocurrir [8].

El enfoque desarrollado por [9] en las últimas tres décadas, se distingue por usar una mezcla de herramientas de análisis de sistemas y procedimientos. Hay herramientas o métodos como el MICMAC que identifica las variables clave, el MACTOR que analiza estrategias de actores y el SMIC ProbExpert, que ayuda a determinar cómo serían factibles los escenarios. Los pasos usuales son el análisis de sistemas, análisis retrospectivo, las estrategias de los actores, y bosquejar el escenario.

### B. Método Delphi

El método Delphi consiste en una consulta estructurada, anónima y reiterativa a expertos, con el objeto de identificar opciones, obtener consenso y validar resultados [10].

Existen dos tipos de elementos para identificar el futuro, el exploratorio, que busca identificar escenarios futuros, y los estudios normativos, que están dirigidos a priorizar un listado de temas o tecnologías genéricas, con la posibilidad de agregar temas o tecnologías a los inicialmente propuestos, y otras que considere el experto que puedan hacer falta.

Es un método sistemático e interactivo que depende de un panel de expertos independientes, usando una serie de opiniones de expertos en comunicación anónima con retroalimentación; es una herramienta flexible para enriquecer consensos en la cual los juicios son resumidos y enviados de nuevo con el fin de refinar el problema en un amplio rango de campos[11].

Para [12], el método consiste en una consulta a un gran número de expertos de los sectores o temas específicos elegidos para el ejercicio, sobre la base de un cuestionario, preparado por paneles o comisiones de expertos, que se responde anónimamente y en dos o más rondas.

Dicho cuestionario de primera ronda es resultado de la vigilancia tecnológica que facilita la detección de las tecnologías e innovaciones emergentes [13].

El método Delphi consiste en “una serie de procesos grupales estructurados para sondear la opinión de expertos y llegar a una respuesta del grupo. Las opiniones creencias y juicios son recopilados y organizados de manera sistemática que se centra principalmente en el consenso, pero también sobre las opiniones disidentes” [14].

### III. METODOLOGÍA

Las actividades fueron desarrolladas por el equipo monitor definido por el proyecto 898 de 2018 entre la Universidad Tecnológica de Pereira y el Ministerio de Educación Nacional, bajo la orientación y participación del experto metodológico. Los temas y decisiones medulares en los talleres realizados fueron construidos y validados por docentes investigadores de la UTP y posteriormente socializados.

En el presente trabajo se utilizaron métodos y técnicas de la escuela francesa y anglosajona de prospectiva, primero describen las fases de la metodología de escenarios y posteriormente se mencionan las fases o etapas llevadas a cabo en la escuela anglosajona a través del método Delphi a dos rondas.

#### A. Metodología de escenarios

Esta metodología estuvo basada en la propuesta de [4], con modificaciones en algunas fases donde se introdujeron elementos de problemáticas y aportes sobre proyectos actuales, futuros y amenazas para cada variable clave y su correspondiente agrupador.

Esta metodología consta de 3 métodos que son Matriz de Impacto Cruzado, Multiplicación Aplicada a una Clasificación (MICMAC), Matriz de Alianzas y Conflictos: tácticas, objetivos y recomendaciones (MACTOR) y Sistemas y Matrices de Impactos Cruzados – Probabilísticos – Expertos (SMIC ProbExpert). Para este estudio se utilizaron los tres, a continuación, se describen cada uno con sus etapas.

#### B. MICMAC

El método MICMAC inició formulando las problemáticas, para los 3 subsectores de cacao, aguacate y mora, identificando las variables, algunas invariantes y tendencias a nivel mundial y local, factores de cambio, actores, y al final seleccionando las variables clave – insumo para los agrupadores y escenarios [15].

#### C. MACTOR

El método MACTOR se desarrolló con el insumo inicial de MICMAC y sus variables clave y agrupadores, el cual buscó identificar los actores más representativos de la cadena, con esto se formularon objetivos que tuvieran relación con las variables clave extraídas del análisis de MICMAC [15].

#### D. SMIC ProbExpert

El método de SMIC ProbExpert tuvo como insumo principal las matrices de probabilidades simples, probabilidades condicionadas positivas y probabilidades condicionadas negativas [15], su objetivo era el de generar

una lista de escenarios organizados por orden de probabilidad con el fin de identificar un escenario apuesta para el sector.

En la Fig. 1, se muestran los pasos de la metodología de escenarios, utilizados en el estudio de prospectiva.

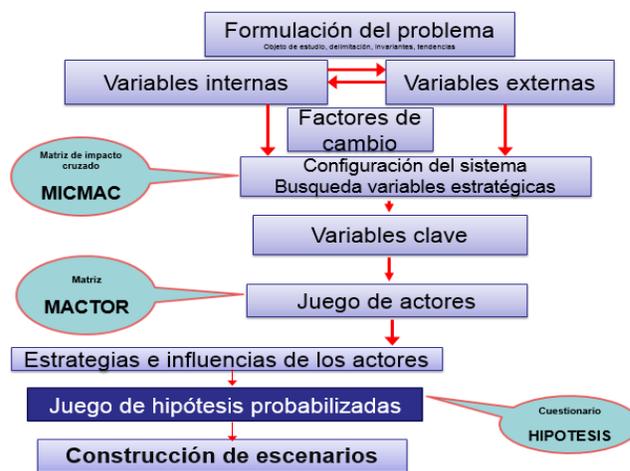


Fig. 1 Pasos Metodología de escenarios.

#### E. Metodología Delphi

Este método de consulta a expertos o como se ha propuesto en estudios recientes “stakeholders”, selección de un grupo de expertos a los que se les pregunta su opinión sobre cuestiones referidas a acontecimientos del futuro. La calidad de los resultados depende del cuidado que se ponga en la elaboración del cuestionario y en la elección de los expertos consultados.

Las estimaciones de los expertos se realizan en sucesivas rondas, anónimas, con el fin de conseguir consenso, pero respetando la opinión y autonomía de los participantes para los tres subsectores productivos de cacao, aguacate y mora. A continuación, se describe las fases del método Delphi.

Fase I: esta etapa comprendió la revisión de antecedentes, análisis de documentos de vigilancia tecnológica de cada uno de los sectores cacao, aguacate y mora, con el fin de extraer variables que se convirtieron en insumo del árbol temático y tecnológico.

Esta etapa también comprendió la construcción del árbol temático, tecnológico este árbol tecnológico hace referencia al conglomerado de temas resultantes de la vigilancia tecnológica realizada en bases de datos científicas.

En esta fase también se realizó la construcción del perfil de expertos y revisión de la lista de expertos, se tuvo en cuenta que existiera un equilibrio en cuanto a expertos de universidades, empresas, estado y entidades de interfaz tales como: centros de desarrollo tecnológico (CDTs), centros de

productividad, incubadoras de empresas y parques científicos y tecnológicos entre otros.

Fase II: en esta fase se llevó a cabo la elaboración del cuestionario para la primera ronda Delphi, se realizó con base en el árbol de temas y tecnologías para cada agrupador, los expertos contestaron la importancia o prioridad de cada tema o tecnología a 2032 en escala liker de 0 a 5, donde 5 es la más alta prioridad, en esta ronda se solicitó a los participantes anexar comentarios o justificaciones para los temas y tecnologías.

Una vez recibida la primera ronda Delphi debidamente diligenciada, se procedió a realizar el análisis estadístico donde se utiliza diferentes técnicas estadísticas tales como: moda, frecuencia modal, porcentaje de consenso, técnicas que han sido referenciadas en estudios previos [16].

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 que “suba” los temas y tecnología 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. Se aplicaron dos rondas de acuerdo con las tendencias de reducción del número de rondas y a los resultados de estudios previos realizados por [17] quienes hablan de la gestión sostenible en programas de cría de ganado en los países en desarrollo, [18] examinaron los enfoques de desarrollo de capacidades para la gestión de la propiedad intelectual (PI) en investigación y desarrollo agrícola (I + D), [19] identificaron las alternativas de manejo forestal y varias características forestales en la preservación de la biodiversidad y los hábitats en la zona boreal de los países nórdicos y otras investigaciones en agroindustria [16].

Después de recibir la segunda ronda Delphi debidamente diligenciada, se procedió a realizar el análisis estadístico donde se utiliza 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.

#### IV. RESULTADOS

Diferentes actividades como socializaciones se realizaron en el transcurso del desarrollo de este trabajo, a continuación, se presentan algunos de los principales resultados obtenidos por los sectores productivos de CACAO, AGUACATE Y MORA, en la metodología de escenarios, por efectos de longitud se

presentan los aspectos más representativos y posteriormente un resumen a través del método Delphi a dos rondas.

##### A. Metodología de escenarios

Los resultados que se obtuvieron de la aplicación de los tres métodos que componen la metodología se muestran a continuación, comenzando por los insumos necesarios para iniciar con el método MICMAC, posteriormente se aplicó el método MACTOR, y por último se utilizó el método SMIC ProbExpert. Para concluir con la imagen de futuro y el escenario apuesta.

Con el fin de no afectar la extensión del paper, se muestran algunos de los resultados obtenidos en las tres cadenas agroindustriales:

##### CACAO

En la Tabla 1, se presentan 23 de las 67 variables formuladas en CACAO, las cuales fueron obtenidas a partir de la identificación por parte de expertos en el sector, de problemáticas con el enfoque PESTAL.

Tabla 1  
Variables relacionadas con la cadena agroindustrial del Cacao, aparte de matriz MICMAC diligenciada por expertos para el sector CACAO

N°	Variables
1	Políticas para extensión rural
2	Articulación de planes de desarrollo regionales
3	Personas no involucradas en conflicto armado
4	Legislación
5	Normativa
6	Autonomía de entes locales
7	Políticas para grandes empresas
8	Competitividad internacional
9	Recursos
10	Incentivos
11	Apoyo a asociaciones
12	Apalancamiento financiero
13	Articulación entre productores
14	Obtención de créditos
15	Volumen de comercialización
16	Precios de venta
17	Costos de producción
18	Postcosecha
19	Apoyo financiero a emprendimientos
20	Políticas productos importados
21	Canales de comercialización
22	Precios de compra
23	Políticas sectoriales para productores

## AGUACATE

En la Tabla 2, se presentan 23 de las 38 variables formuladas en AGUACATE, las cuales fueron obtenidas a partir de la identificación por parte de la comunidad de expertos de problemáticas con el enfoque PESTAL para este sector.

Tabla 2

VARIABLES RELACIONADAS CON LA CADENA AGROINDUSTRIAL DEL AGUACATE, APARTE DE LA MATRIZ MICMAC DILIGENCIADA POR EXPERTOS PARA EL SECTOR AGUACATE

N°	Variables
1	Incentivos
2	Apoyo de gobierno local para transformación
3	Apoyo asociatividad
4	Apoyos pequeños productores
5	Articulación entre productores
6	Precios de venta
7	Costos de producción
8	Volumén de producción
9	Canales de comercialización
10	Planta de procesamiento de subproductos (aceite, extractos)
11	Recursos económicos para transformación
12	Credibilidad en entidades públicas
13	Compromiso de los asociados
14	Certificaciones internacionales
15	Investigación aplicada
16	Investigación agroindustrial
17	Tecnologías innovadoras
18	Vías para la comercialización
19	Vías terciarias
20	Transporte interno
21	Concesiones de agua
22	Transferencia tecnológica
23	Tecnologías de transformación

## MORA

En la Tabla 3, se presentan 23 de las 74 variables formuladas en MORA, las cuales fueron obtenidas a partir de la identificación por parte de la comunidad de expertos de problemáticas con el enfoque PESTAL para este sector.

Tabla 3

VARIABLES RELACIONADAS CON LA CADENA AGROINDUSTRIAL DEL MORA, APARTE DE LA MATRIZ MICMAC DILIGENCIADA POR EXPERTOS PARA EL SECTOR MORA

N°	Variables
1	Políticas para la extensión rural
2	Articulación de planes de desarrollo regionales
3	Políticas públicas para protección de asociatividad
4	Nuevas tecnologías en el campo
5	Precosecha
6	Normatividad internacional
7	Incentivos
8	Planeación estatal
9	Afectación ecológica del sistema productivo
10	Sistema de polinización natural
11	Políticas de seguros para cosecha
12	Relevo generacional
13	Costos de materia prima
14	Recursos para producción
15	Precio del dólar
16	Precios de venta
17	Economías de escala
18	Canales de comercialización
19	Subsidios
20	Costros de producción
21	Calidad de vida en el campo
22	Recursos para equipos
23	Credibilidad en entidades públicas

Uno de los aspectos más importantes en la metodología de escenarios es la obtención de drivers o “variables clave” a partir del análisis estructural [4] y técnicas elevación de una matriz a la potencia “n” lo que se ha conocido como método MICMAC [15] en la Fig. 2, se presentan los resultados obtenidos para CACAO.

CACAO:

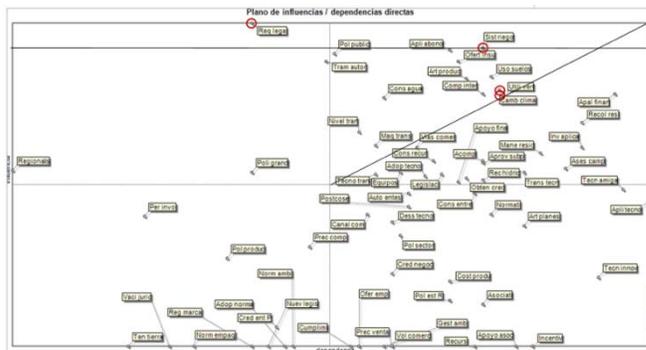


Fig. 2 Plano Directo CACAO

El plano directo muestra las variables por su motricidad y dependencia con los resultados de la matriz original de relaciones cruzadas de variables y contestadas con 0,1,2,3.

El plano indirecto aportó nuevas variables clave o drivers, los cuales fueron obtenidos también por análisis y dependencia, pero sobre la matriz original elevada a la potencia 6.

Plano Directo Potencial: En este plano, las variables clave obtenidas se identifican teniendo en cuenta los valores de la matriz original de 0,1,2,3 pero teniendo en cuenta las relaciones potenciales contestadas con la letra P y generando en el software equivalencia al número 3, es decir,  $P=3$ .

Por último, en el plano indirecto potencia se obtuvieron nuevas variables clave, a través de la integración de relaciones que eventualmente ejercerán influencia en el sistema a un largo plazo, pero con la matriz de 0,1,2,3, P elevada a la potencia 6, estas variables se resaltan en el plano con círculos de color rojo.

En la Tabla 4, se presentan las variables clave obtenidos en los cuatro planos en la cadena del CACAO:

Tabla 4  
Variables claves de CACAO

VARIABLES CLAVE	NOMBRE AGRUPACIÓN
Requisitos legales para funcionamiento de empresas Articulación entre productores Normativas Articulación de planes de desarrollo regionales	Normatividad
Sistemas de riego Utilización de vertimientos lodos Cambio climático Uso de suelos	Utilización de recursos naturales
Recursos Incentivos Apoyo a asociaciones	Recursos
Personas no involucradas en conflicto armado	Personas no involucradas en conflicto armado

En resumen, las variables internas y externas de cada una de los 3 sectores fueron ingresadas al software MICMAC [15], donde se obtuvieron los planos motricidad dependencia directo, indirecto, directo potencial e indirecto potencial, de allí se obtuvieron las “variables clave” o drivers con sus respectivos “agrupadores”, este es un paso importante ya que el número de agrupadores afecta directamente el número de hipótesis y el número de escenarios posibles, a continuación en la Tabla 5, se detallan las variables clave y sus agrupadores obtenidos para el sector AGUACATE.

Tabla 5  
Variables claves de AGUACATE

VARIABLES CLAVE	NOMBRE AGRUPACIÓN
Compromiso de los asociados Apoyo asociatividad	Asociación
Apoyo de gobierno local para transformación Recursos económicos para transformación Nivel de transformación Incentivos	Transformación
Transferencia tecnológica Aprovechamiento de subproductos	Transferencia tecnológica
Concesiones de agua Uso de suelos	Recursos naturales

El mismo procedimiento se llevó a cabo para la cadena de la MORA, en este caso las variables clave o drivers obtenidos en los cuatro planos en esta cadena se muestran en la Tabla 6:

Tabla 6  
Variables claves de MORA

VARIABLES CLAVE	NOMBRE AGRUPACIÓN
Asociatividad Participación de gremios en toma de decisiones	Asociatividad
Trámites ante las autoridades ambientales Manejo de residuos agropecuarios Tecnologías amigables con el medio ambiente Normatividad ambiental Aprovechamiento de subproductos	Medio Ambiente
Precosecha I+D Tecnología de transformación de mora Tecnología de cultivo	Tecnología e I+D
Calidad de vida en el campo Incentivos	Calidad de Vida

## MORA

Con base en la información obtenida en el agrupamiento de las variables clave, y las asignaciones de estados excelente, bueno, regular o malo por cada eje; se procedió a construir las hipótesis simples, condicionadas positivas y condicionadas negativas a través de un segundo taller con el equipo monitor esto se convirtió en un insumo fundamental para el análisis de escenarios, con el o los indicadores del estado futuro se procede a construir colectivamente las hipótesis simples, tal como se observa en la Tabla 7.

Tabla 7

Hipótesis en dos de las 5 variables clave en MORA.

Gestión organizacional	En el año 2032 los grupos del sector de mora en Risaralda estarán aliados estratégicamente entre 40% - 50% para mejorar sus procesos asociativos y fomentando la participación de los gremios en la toma de decisiones.
Tecnología e I+D	En el año 2032, el 50% de los productores de mora del departamento de Risaralda implementaran procesos de precosecha y tecnologías de cultivo que permita mejorar procesos de generación de valor agregado adoptando tecnologías de transformación de mora y apliquen I+D tanto en el manejo de materias primas como de subproductos.

Con las hipótesis y la construcción del formato de probabilidades simples, condicionadas positivas y condicionadas negativas se procedió a consultar a la comunidad, incluyendo expertos de la Facultad de Ciencias Agrarias y Agroindustria de la Universidad Tecnología de Pereira – Risaralda - Colombia.

Con base en la información obtenida del software SMIC-Probexpert, se eligió el escenario apuesta, el cual cumplió con criterios de posible, probable y deseable. En la Fig. 3, se muestran los escenarios que suman el 80%, sobre estos se seleccionó el escenario apuesta para el sector

AGUACATE.

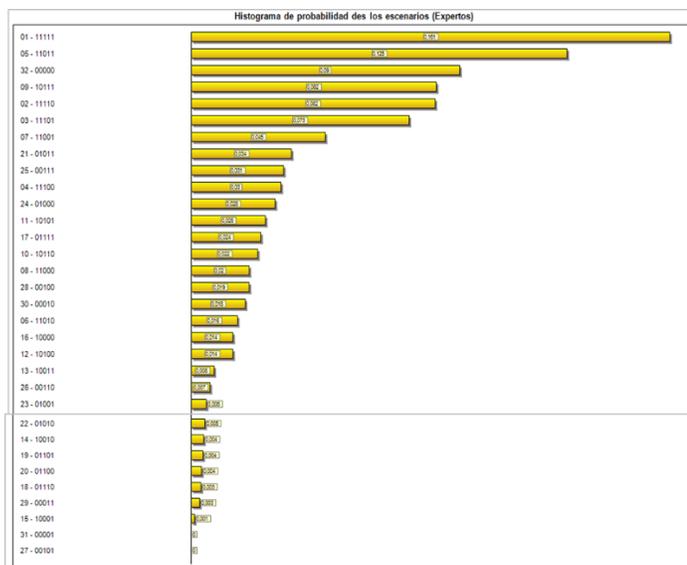


Fig. 3 Escenarios del sector AGUACATE.

Con base en los escenarios probables, se observa el escenario más probable con un porcentaje del 16,1% teniendo en cuenta su probabilidad y deseabilidad.

Total, escenarios posibles: 32

El escenario más probable de acuerdo con los expertos que contestaron las matrices es el 11111 con el 16,1% de probabilidad, a continuación, se muestran los escenarios probables que suman el 80%

B. MÉTODO DELPHI

Con el fin de implementar una mirada complementaria a los escenarios los sectores de CACAO, AGUACATE y MORA, se realizó consulta a expertos/stakeholders, a través de un Delphiados rondas, o una sola encuesta o taller de construcción colectiva de futuro, el propósito fue el de alinear métodos, técnicas y herramientas de la escuela francesa -escenarios y de la escuela anglosajona – Delphi, con lo que se espera asegurar que variables más específicas de tecnología e innovación alimenten los escenarios obtenidos.

Los temas y tecnologías cumplieron en la primera ronda con el criterio de moda alta 4 o 5 y consenso alto, es decir, por encima del promedio de su grupo, además, en la segunda ronda permanecieron con consenso alto, lo que significa que los Stakeholders 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.

Un análisis adicional importante es el relacionado con los temas, tecnologías e innovaciones que la primera ronda quedaron en discusión, pero que en la segunda ronda lograron aumentar su concenso pasando al grupo de prioritarios.

A continuación, se observa en la Tabla 8, los nuevos temas prioritarios de la 2da ronda Delphi para el sector

AGUACATE:

Tabla 8

Temas prioritarios en las 2 rondas Delphi AGUACATE

Nutrición y Podas
Productos farmacológicos
Neurocosmética
Regeneración de piel
Tratamiento de enfermedad inflamatoria de la piel
Microencapsulación de aceite
Firma espectral del aguacate para diferentes %MS

Los temas, tecnologías e innovaciones presentados en la Tabla 8, tuvieron moda alta en la primera ronda y lograron clasificación como temas en discusión, pero en la segunda ronda lograron un consenso mayor, lo que significa que los Stakeholders participantes cambiaron sustancialmente de opinión sobre su importancia o prioridad al 2032. Estos temas complementan a los 26 temas, tecnologías e innovaciones analizados en el capítulo de resultados que fueron prioritarios en las dos rondas todos estos temas en conjunto se constituyen en insumo para universidades, grupos y centros de investigación, empresarios para toma de decisiones frente a investigación, desarrollo, compra, venta, absorción, adopción y transferencia de tecnologías e innovaciones así como para la generación de estrategias de formación a través de cursos de capacitación que desde las universidades relacionadas con programas de agroindustria y alimentos pueden ofrecer a los productores, gremios, empresarios y otros grupos de interés relacionados con la cadena del AGUACATE.

Teniendo en cuenta que datos publicados sobre MORA, indican que puede considerarse como un alimento valioso debido a su composición y actividad biológica como minerales, vitaminas, azúcares y fitoquímicos (antocianinas y flavonoides), responsables de varios beneficios para la salud, incluyendo la prevención de la inflamación, enfermedades cardiovasculares, y el cáncer, estas tecnologías e innovaciones se presentan como insumo para las empresas del sector y sus proyectos de I+D+i, nuevas competencias o habilidades, adopción y transferencia de tecnología y generación de emprendimientos - Star Up's que puedan constituirse en nuevos actores del sistema sectorial de innovación.

## V. CONCLUSIONES

Los estudios de prospectiva que se adelantan en los sectores productivos de CACAO, AGUACATE y MORA, buscan resolver preguntas de investigación, enfrentar las problemáticas actuales y futuras, identificar y priorizar variables clave, proponer proyectos actuales, futuros, detectar amenazas, plantear hipótesis, generar colectivamente escenarios futuros y proponer objetivos prospectivo estratégicos que impactan directamente los planes de desarrollo institucional e invitan a establecer estrategias con los actores estudiados para trabajo conjunto desde el presente a la luz de apuestas futuras, así como insumos para futuros estudios dentro de los semilleros de investigación de la Facultad de Ciencias Agrarias y Agroindustria como para los posgrados dentro de la Facultad.

Los escenarios obtenidos en las tres cadenas agroindustriales se convierten en las imágenes de futuro que las facultades de Ingeniería Agroindustrial y afines puede tomar como referencia para nuevos proyectos de I+D+I en los temas, tecnologías e innovaciones priorizadas en las dos rondas Delphi, para ello pueden generar alianzas con los actores o grupos de interés de mayor relación de fuerza obtenidos en el método MACTOR

Se sugiere generar espacios de ideación y coworking (a través de bootcamps y maratones de emprendimiento) en los municipios de Risaralda alrededor de los temas/tecnologías/innovaciones prioritarias, así como sobre las necesidades detectadas en el formato PESTAL, de tal forma que se puedan proponer soluciones o nuevos emprendimientos - Star Up's que puedan constituirse en nuevos actores del sistema regional de innovación

Los escenarios apuesta generados deben revisarse en periodos de dos o máximo tres años, ya que debido a las nuevas realidades de volatilidad, incertidumbre, complejidad y ciclos cortos de innovación, pueden presentarse cambios en variables o entrada de nuevos factores que deberán ser tenidos en cuenta a través de su influencia en la MICMAC original, o en el método MACTOR o en la elaboración de nuevas hipótesis, estas revisiones puede realizarse a través de talleres de construcción colectiva como los que se realizaron en el transcurso de este proyecto.

## 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

- [1] J. Zartha, G. Orozco, "Estudio de prospectiva académica de la facultad de ingeniería agroindustrial de la Universidad Pontificia Bolivariana al año 2020". Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, vol.6, no.2, pp. 67-75, 2008
- [2] D. Meissner, "Results and impact of national Foresight-studies", Futures, vol.44, no.10, 2012 905-913, 2012.
- [3] C. Parra, C. I. Miklos, Tomas y otros. "Diseño de una metodología prospectiva aplicada en educación superior". Revista de educación superior en Farmacia. No 1. (2006).

- [4] M. Godet, R. Monti. "Manuel de prospectivestratégique" Vol. 2. Paris: dunod. 1996.
- [5] J. Zartha, J. Montes, I. Toro, R. Hernandez, H. Villada, J. Hoyos, "Método Delphi en estudios de prospectiva tecnológica: Una aproximación para calcular el número de expertos y aplicación del coeficiente de competencia experta "K". Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, vol. 15, no. 1, pp. 105 – 115, 2017.
- [6] G. Graham, R. Mehmood, E. Coles, "Exploring Future City scapes through Urban. Logistics Prototyping: a Technical Viewpoint". Supply Chain Management, vol. 20, no. 3, pp. 341, 2015.
- [7] R. Rodriguez, J. Alfaro, A. Ortiz, J. Carot, J. Jabaloyes, "Building internal business scenarios based on real data from a performance measurement system", Technological Forecasting and Social Change, vol. 77, no. 1, pp. 50–62, 2010.
- [8] Schwab, Patrick; Cerutti, Fabio y Von Reibnitz, Ute. Using scenarios to shape the future of agricultural research. En: Foresight, vol. 5, no. 1, pp. 55-61, 2003.
- [9] M. Godet. De la anticipación a la acción: Manual de prospectiva y estrategia. 1ra edición. ISBN: 8426709249. 378 p. Marcombo, S.A. (1993).
- [10] J. Zartha, H. Villada, R. Hernández, A. Fernández, B. Arango, G. Orozco, R. Bermúdez, D. Joaqui, R. Cerón, J. Moreno, J. "Application of Delphi Method in a foresight study on biodegradable packaging up to 2032". Espacios, vol. 36, no. 15, pp. 3, 2015.
- [11] N. Rescher, O. Helmer, "On the Epistemology of the Inexact Sciences". Management Science, vol. 6, pp. 25-52, 1959.
- [12] M. Castelló, J. Callejo, "La prospectiva tecnológica y sus métodos". Observatorio de Prospectiva Científica y Tecnológica de Argentina. 2000.
- [13] L. Manderieux, "Guía práctica para la creación y la gestión de oficinas de transferencia de tecnología en universidades y centros de investigación de América latina. El rol de la propiedad intelectual". Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. 2001.
- [14] J. Steurer, "The Delphi method: an efficient procedure to generate knowledge". Skeletalradiology, vol. 40, no. 8, pp. 959-961, 2011.
- [15] Laboratoire d'Investigation en Prospective, Stratégie et Organisation – LIPSOR. (2020). Software. Programas y métodos de Prospectiva. <http://es.lapropective.fr/Metodos-de-prospectiva/Los-programas/67-Micmac.html>
- [16] J. Zartha, W. Halal, R. Hernandez, "Delphi method: analysis of rounds, stakeholder and statistical indicators" Journal Foresight, vol.21, no. 5, pp. 525-544, 2019
- [17] J. Camara, K. Mattern, M. Croft, S. Vispoel, P. Nichols, "A validity argument in support of the use of college admissions test scores for federal accountability. Educational Measurement" Issues and Practices, vol. 38, no. 4, pp. 12–26, 2019.
- [18] N. Thaher, H. Odame, V. Henson, "Capacity development for intellectual property management in Canadian crop biotechnology" International Journal of Intellectual Property Management , vol. 9, no. 3/4, pp. 287, 2019.
- [19] A. Filyushkina, N. Strange, M. Löf, E. Ezebilo, M. Boman, "Applying the Delphi method to assess impacts of Forest management on biodiversity and habitat pre-servation". For.Ecol. Manage, vol. 409, pp. 179 – 189, 2019.