

Foresight of the Agroindustrial Engineering to 2035 - Application of the Delphi method as a dynamizer of curricular changes

Jhon Wilder Zartha Sossa¹, Verónica Tatiana Álvarez Ríos¹, Juan Carlos Palacio Piedrahita¹, Juan Manuel Montes Hincapié², Aryanne Quintal³, Jorge Alonso Manrique¹, Juan Camilo Oviedo Lopera¹, Gina Lía Orozco Mendoza¹, Raúl Hernández⁴, John Fredy Moreno⁵

¹Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia, jhon.zartha@upb.edu.co, vtalvarezr@uqvirtual.edu.co, juan.palacio@upb.edu.co, jorge.manrique@upb.edu.co, juan.oviedo@upb.edu.co, gina.orozco@upb.edu.co

²Universidad de Medellín, Colombia, jmontes@udem.edu.co

³Organización de Estados Americanos (OEA), Estados Unidos, AQuintal@oas.org

⁴Universidad Nacional, Colombia, rhernandezz@uqvirtual.edu.co

⁵Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM, Colombia, johnzarta91@hotmail.co

Abstract– The purpose of this article is to present the results of the application of the first Delphi round for Faculties of Agroindustrial Engineering in the framework of a prospective project, the objective was to establish research priorities, technology and areas of curricular interest for Faculties of Agroindustrial Engineering and related to the year 2035, for this purpose a survey was conducted to more than 200 national and international stakeholders related to Agroindustrial Engineering, which contained 293 variables related to the core aspects of agro-industry, that is, management, production, transformation and marketing as well as four complementary thematic groups: CIT's, sustainability, agroindustrial residues and biotechnology. On this questionnaire responses were obtained in Likert scale, which were treated through the calculation of the mode, modal frequency and percentage of consensus, among the most important results the participation of 53 experts from countries such as Spain, Peru, Mexico, Chile and Argentina, from Universities, companies and public institutions is highlighted, some of the technologies with the highest percentage of consensus were, big data, Internet of Things (digital interconnection of daily objects), sustainable agriculture, sustainable constructions, Genetically Modified Organisms, biofuels, carbon capture, use and storage (CCUS), Collaborative Learning in Virtual Worlds (Second Life), Innovation Capabilities, among others. It was observed the existence of new topics and technologies that can be taken into account for the restructuring of the curriculum of the Faculties of Agroindustrial Engineering, as well as for the prioritization of topics, technologies and innovations in terms of training experiences or training courses, extension programs, new lines of research and creation of new graduate programs.

Keywords— Agroindustrial, Engineering Agroindustry, Technologies, Delphi.

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.43>
ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

Prospectiva de la Ingeniería Agroindustrial a 2035 – Aplicación del método Delphi como dinamizador de cambios curriculares

Jhon Wilder Zartha Sossa¹, Verónica Tatiana Álvarez Ríos¹, Juan Carlos Palacio Piedrahita¹, Juan Manuel Montes Hincapié², Aryanne Quintal³, Jorge Alonso Manrique¹, Juan Camilo Oviedo Lopera¹, Gina Lía Orozco Mendoza¹, Raúl Hernández⁴, John Fredy Moreno⁵

¹Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia, jhon.zartha@upb.edu.co, vtalvarezr@uqvirtual.edu.co, juan.palacio@upb.edu.co, jorge.manrique@upb.edu.co, juan.oviedo@upb.edu.co, gina.orozco@upb.edu.co

²Universidad de Medellín, Colombia, jmontes@udem.edu.co

³ Organización de Estados Americanos (OEA), Estados Unidos, AQuintal@oas.org

⁴ Universidad Nacional, Colombia, rhernandez@uqvirtual.edu.co

⁵ Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM, Colombia, johnzarta91@hotmail.com

Resumen– Este artículo tiene como propósito presentar los resultados de la aplicación de la primera ronda Delphi para Facultades de Ingeniería Agroindustrial en el marco de un proyecto de prospectiva, el objetivo era el de establecer prioridades investigativas, tecnológicas y áreas de interés curricular para facultades de Ingeniería Agroindustrial y afines al año 2035, para tal efecto se realizó una encuesta a más de 200 stakeholders nacionales e internacionales relacionados con la Ingeniería Agroindustrial, la cual contenía 293 variables relacionadas con los aspectos medulares de la agroindustria, es decir, manejo, producción, transformación y comercialización así como cuatro grupos temáticos de complemento: Tics, sostenibilidad, residuos agroindustriales y biotecnología, sobre este cuestionario se obtuvieron respuestas en escala Likert las cuales se trataron a través del cálculo de la moda, frecuencia modal y porcentaje de consenso, entre los resultados más importantes se resalta la participación de 53 expertos de países como España, Perú, México, Chile y Argentina, de Universidades, empresas e instituciones públicas, algunas de las tecnologías con mayor porcentaje de consenso fueron, big data, Internet de las cosas (interconexión digital de objetos cotidianos), agricultura sostenible, construcciones sostenibles, Organismos Modificados Genéticamente, biocombustibles, captura, uso y almacenamiento de carbono (CCUS), Aprendizaje colaborativo en Mundos Virtuales (Second Life), Capacidades de Innovación, entre otros. Se observó la existencia de nuevos temas y tecnologías que se pueden tener en cuenta para la reestructuración del plan de estudios de las facultades de Ingeniería Agroindustrial, así como para la priorización de los temas, tecnologías e innovaciones en términos de experiencias formativas o cursos de capacitación, programas de extensión, nuevas líneas de investigación y creación de nuevos programas de posgrado.

Palabras clave: Ingeniería agroindustrial; Agroindustria; Tecnologías, Delphi

I. INTRODUCTION

La Ingeniería Agroindustrial, está asociada a la conversión de los recursos agrícolas en productos con valor agregado, contribuyendo así al desarrollo agrícola y la innovación con el conocimiento que adquiere un egresado

sobre ciencia e ingeniería, tecnología de alimentos y gestión empresarial, para diseñar, ejecutar y evaluar importantes proyectos agroindustriales [1], a nivel educativo, dentro de la enseñanza de ésta Ingeniería, se tienen en cuenta niveles macro, meso y microcurriculares, los cuales conforman el plan de estudio de la Ingeniería Agroindustrial. La oferta académica de los programas de ingeniería agroindustrial es muy variada y sobre todo en el continente americano, en un análisis realizado de la oferta se encontró similitud en los cursos ofrecidos los cuales se respaldan en 5 áreas de formación: Ciencias Básicas, Ciencias de la ingeniería, ingeniería aplicada y económica administrativa y socio humanística, además se hace mucha referencia al estudio de temas como: la producción agrícola, así como las actividades propias de la agroindustria como el manejo de postcosecha, producción en planta, comercialización y administración de empresas agroindustriales.

Esta Ingeniería, igual que cualquier programa académico de nivel superior requiere de una contextualización de los avances de la disciplina en clave del ejercicio profesional, vincular las demandas de las instituciones y organizaciones que constituyen el desempeño laboral de sus egresados, teniendo como clave principal la identificación y priorización de temas, tecnologías, innovaciones y nuevas apuestas curriculares, las cuales retroalimentan los planes de estudio a nivel de áreas, ciclos, experiencias formativas o cursos, núcleos problemáticos, programas de extensión y nuevas líneas de investigación. Todo lo anterior es posible, gracias a la realización de estudios de prospectiva, dentro de los cuales la construcción del árbol temático y tecnológico (ATT) entendido como una representación gráfica involucra tecnologías y temas de base (raíces), con subtecnologías y subtemas medulares (tronco) hasta llegar al máximo nivel de desagregación o detalle (ramas y frutos), se constituye en el punto de partida para la realización de estos.

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.43>

ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

El presente artículo trata sobre la identificación y priorización de apuestas temáticas y tecnológicas que retroalimenten el currículo de programas de Ingeniería Agroindustrial. El artículo está dividido en cuatro secciones, la primera comprende un marco teórico basado en la importancia del sector agroindustrial y de estudios prospectivos realizados mediante el método Delphi en Facultades de Ingeniería Agroindustrial, además de algunas definiciones aportadas por algunos autores sobre el método Delphi, la segunda está relacionada con la metodología llevada a cabo en la primera ronda Delphi, al final se presentan los resultados y conclusiones finales donde se resalta los resultados obtenidos en la primera ronda Delphi, en la última sección se presentan resultados y conclusiones que permitirán a estudiantes, docentes, investigadores y directivos relacionados con la Ingeniería Agroindustrial, identificar temas y tecnologías que puedan constituirse en insumos para líneas de investigación, actualización de cursos, áreas, ciclos y otras estrategias curriculares.

II. MARCO TEÓRICO

El sector agroindustrial, se define como el subconjunto del sector manufacturero que procesa materias primas y productos intermedios agrícolas, forestales y pesqueros. La agroindustria forma parte del concepto más amplio de agronegocios, que incluye proveedores de insumos para los sectores agrícola, pesquero y forestal, además de distribuidores de alimentos y de productos no alimentarios procedentes de la agroindustria [2]. Es una transformación de bienes agrícolas, distintos de la producción de los mismos; es un concepto más amplio que comprende la integración del mercado, procesamiento y producción agrícola bajo un manejo administrativo rentable por la producción, cosecha, transformación y mercadeo de productos por los medios más directos [3].

De los anterior se puede concluir la Ingeniería Agroindustrial es una rama de la ingeniería que se ocupa del aprovechamiento óptimo e integral de los recursos biológicos para su uso alimentario y no alimentario, dándoles valor agregado por medio de los procesos de adecuación o transformación de los mismos, permitiendo la creación de vínculos técnicos, empresariales y sociales, que articulan y dinamizan la cadena agroindustrial desde los sectores de la producción primaria, industrialización y comercialización bajo principios de sostenibilidad y preservación del medio ambiente [4].

En el año 2008, [5] llevaron a cabo un estudio prospectivo por medio de un Delphi normativo, priorizando principales áreas medulares, temas y tecnologías en las que se debía hacer énfasis en la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de una Universidad en Medellín - Colombia al 2020, a través del uso de la metodología aplicada por [6], los cuales en un estudio de prospectiva previo, buscaron identificar las áreas principales de desarrollo de la ingeniería para la década de los 80; como

paso previo a la primera ronda Delphi del estudio de 2008, en Ingeniería Agroindustrial se desarrolló un árbol temático tecnológico que contó con 80 temas y tecnologías.

Diversos estudios que se han realizado en 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 5 y 10 años [7]. En el marco de la iniciativa Ingeniería para las Américas (EFTA, Engineering for the Americas), programa que establece las necesidades de mejoramiento y modernización de la enseñanza de la ingeniería en los países miembros de la Organización de Estados Americanos (OEA), se llevaron a cabo dos estudios de prospectiva para la Ingeniería Química y la Ingeniería Industrial al 2025. Los estudios tuvieron como objetivo identificar y priorizar nuevas tendencias, temas, tecnologías, criterios de calidad para las dos Ingenierías al año 2025 [8], [9].

El método Delphi es parte del grupo de técnicas de prospectiva, en el que el conocimiento experto sobre un tema de interés se recopila sistemáticamente a través de encuestas iterativas combinadas con procesos para proporcionar comentarios estructurados a los participantes [10].

“El método Delphi es usado para obtener información sobre temas marcados por la incertidumbre y para los cuales el conocimiento de los expertos es accesible” Por medio de iteraciones, se busca estabilidad en las respuestas de los expertos y así reducir la incertidumbre en el tema analizado [10].

Según [11], [12], [13], 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. En este sentido, las características del método Delphi encajan con el paradigma de la prospectiva abierta, ya que el método es "uno de los métodos más conocidos para tratar los aspectos creativos y abiertos del problema porque motiva el pensamiento independiente" y hace que los grupos gradualmente forma soluciones [11].

El paso inicial para desarrollar una primera ronda Delphi es la construcción de un árbol temático, tecnológico, de innovaciones, políticas o de nuevos negocios de acuerdo con los requerimientos de la organización o institución que requiere el estudio, para el caso de facultades de Ingeniería [8], [9] se involucran temas y tecnologías que deben ser identificadas en una fase previa de vigilancia y consulta a expertos par que se genere el árbol temático y tecnológico ATT como insumo para la primera encuesta Delphi.

III. METODOLOGÍA

FASE I.

Se realizó una revisión de literatura inicial sobre 142 papers en Scopus en el periodo 2012-2017 utilizando palabras clave como “Ingeniería en Agronegocios y Agroindustrial”, sobre los que se analizaron los abstract para garantizar que si estuvieran relacionados el término de búsqueda, como resultado de este proceso, se encontraron 84 papers con relación directa en Ingeniería Agroindustrial.

Se construyó un árbol temático y tecnológico como resultado de la revisión de 84 papers en Scopus en el periodo 2012-2017 utilizando una ecuación de búsqueda con la palabra clave “Ingeniería Agroindustrial”, esta versión de árbol temático y tecnológico ATT fue enviada a revisión por parte de 4 expertos con nivel de Maestría y Doctorado, los resultados de la retroalimentación fueron incluidos en el árbol.

El árbol ATT fue el insumo para la construcción del formato de primera ronda Delphi, el cual consiste en un cuestionario con los temas escogidos de la revisión de literatura que los cuales fueron enviados a los expertos – stakeholders.

Fase II

Después de haber enviado la primera ronda a los stakeholders se recibieron las respuestas para su posterior análisis mediante estadística descriptiva, para lo cual, de acuerdo con estudios anteriores de prospectiva en programas de Ingeniería [5], [8], [9] (Zartha y Orozco, 2008), (Zartha et al, 2013), (Ramírez et al, 2016), se calcularon los valores de moda, frecuencia modal y porcentaje de consenso.

Con el porcentaje de consenso promedio por grupo, se estableció que un tema o tecnología se considera como prioritario en la primera ronda si presenta un porcentaje de consenso superior al del promedio del grupo, y un valor modal mayor o igual a 4 o 5 en la calificación. El valor modal es la calificación que más se repite dentro del número de respuestas. Los temas que presentan un valor modal en la calificación inferior o igual a 2, con porcentaje mayor al promedio del grupo, se clasifican como no prioritarios en la primera ronda Delphi. Los otros temas que no cumplen con las anteriores condiciones son considerados temas en discusión.

Fase III

Esta fase comprende la construcción del formato para la segunda ronda Delphi, la cual busca retroalimentar los resultados obtenidos en la primera ronda, debido a que en esta etapa se le pide al experto que al momento de diligenciar la encuesta argumente los temas que él considera prioritarios o en discusión. El alcance de esta etapa solo fue la construcción del formato y no su diligenciamiento.

En la figura 1, se muestran las fases de la metodología utilizada:

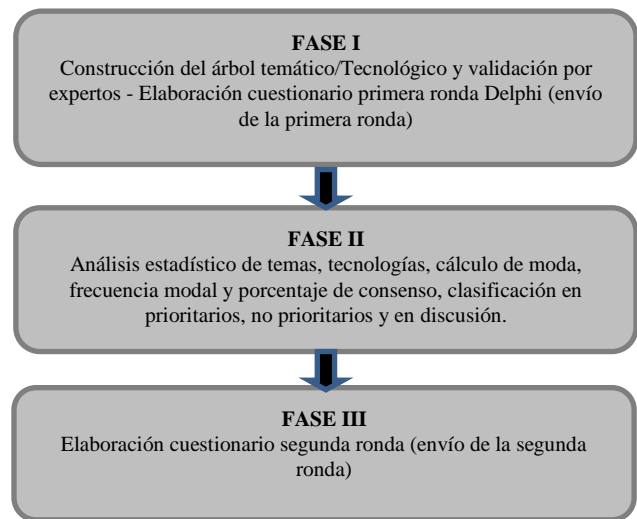


Fig. 1, Fases de la metodología realizada

IV. RESULTADOS

Fase I.

Se obtuvieron 293 temas y tecnologías en la revisión de las 84 publicaciones, el árbol temático/tecnológico encontrado previamente, fue sometido a revisión por parte de 4 pares académicos, los cuales tenía el siguiente perfil: título de maestría o Doctorado en el área, mínimo 10 años de experiencia en enseñanza o investigación en el eje o agrupador y participación actual en grupos de investigación con clasificación de Colciencias A1 o centros de desarrollo tecnológico. Dichos ejes temáticos fueron:

- Producción
- Tecnologías de transformación
- Tecnologías de manejo
- Adecuación y comercialización

El resumen de la opinión del grupo de 4 expertos validadores fue:

- Número de nuevos temas o tecnologías: 28
- Agrupamiento de nuevos temas y tecnologías: 10

Este árbol presentó además cuatro ejes principales identificados en la revisión de literatura: Tics, sostenibilidad, residuos agroindustriales y biotecnología los cuales aportaron 213 temas nuevos para el árbol, estos temas se sumaron a los 80 existentes en estudio de 2008. [5] para generar un nuevo árbol tecnológico con 293 temas totales.

En la figura 2 se muestra cómo quedó estructura inicial de la encuesta de la primera ronda Delphi

PRIMERA RONDA DELPHI
Estudio Prospectivo de la Ingeniería Agroindustrial al 2035

OBJETIVO
El objetivo de este estudio es priorizar e identificar tecnologías, innovaciones y variables de mayor dinámica para la Ingeniería Agroindustrial en el marco de un ejercicio prospectivo al 2035.

FECHA DE DILIGENCIAMIENTO

INFORMACIÓN GENERAL

Nombre: _____
Formación Académica: _____
Afiliación laboral / Empresa / Institución: _____
Correo electrónico: _____
Número telefónico: _____

INSTRUCCIONES
Al momento de recibir esta encuesta, el experto deberá priorizar al 2035 todos los temas, asignando una calificación entre **0** y **5** o **N** en los cuadros al frente de cada línea. Puede

Fig. 2, Encuesta primera ronda

Fase II.

Con las 53 respuestas obtenidas se calcularon los valores de moda, frecuencia modal y porcentaje de consenso.

Después de los análisis estadísticos realizados de acuerdo con el método mencionado, se hallaron:

- Temas prioritarios: 93
- Temas no prioritarios: 0
- Temas en discusión: 169
- Temas No Sabe / No Responde: 33
- Temas Nuevos: 30

Fase III

Se construyó el formato para la segunda ronda Delphi a partir del análisis estadístico de la primera ronda, con el fin de llegar un consenso de temas prioritarios en cada uno de los agrupadores, a continuación en la figura 3 se observa el formato elaborado para la segunda ronda Delphi.

Estudio Prospectivo de la Ingeniería Agroindustrial al 2035

OBJETIVO
El objetivo de este estudio es priorizar e identificar tecnologías, innovaciones y variables de mayor dinámica para la Ingeniería Agroindustrial en el marco de un ejercicio prospectivo al 2035.

INFORMACIÓN DEL EXPERTO

Nombre Completo: _____ Fecha de diligenciamiento: _____

INSTRUCCIONES
A continuación encontrará en esta lista algunas tecnologías, innovaciones y variables de mayor dinámica que se han identificado en el estudio prospectivo al 2035.
En la primera lista se le pide, calificar cada una con un 0, 1, 2, 3, 4, 5, o N, donde 0 es la calificación para temas que no son prioritarios y N es la calificación para temas que no sabe o no responde.
En la segunda lista se le pide, calificar cada una con un 0, 1, 2, 3, 4, 5, o N, donde 0 es la calificación para temas que no son prioritarios y N es la calificación para temas que no sabe o no responde.
Completar el grupo de cada lista se encuentran en los cuadros al frente de cada línea. Puede asignar una calificación entre 0 y 5 o N en los cuadros al frente de cada línea.

PRIMERA LISTA

Temas Prioritarios	Calificación
TEMA 1: ...	
TEMA 2: ...	
TEMA 3: ...	
TEMA 4: ...	
TEMA 5: ...	
TEMA 6: ...	
TEMA 7: ...	
TEMA 8: ...	
TEMA 9: ...	
TEMA 10: ...	
TEMA 11: ...	
TEMA 12: ...	
TEMA 13: ...	
TEMA 14: ...	
TEMA 15: ...	
TEMA 16: ...	
TEMA 17: ...	
TEMA 18: ...	
TEMA 19: ...	
TEMA 20: ...	
TEMA 21: ...	
TEMA 22: ...	
TEMA 23: ...	
TEMA 24: ...	
TEMA 25: ...	
TEMA 26: ...	
TEMA 27: ...	
TEMA 28: ...	
TEMA 29: ...	
TEMA 30: ...	
TEMA 31: ...	
TEMA 32: ...	
TEMA 33: ...	
TEMA 34: ...	
TEMA 35: ...	
TEMA 36: ...	
TEMA 37: ...	
TEMA 38: ...	
TEMA 39: ...	
TEMA 40: ...	
TEMA 41: ...	
TEMA 42: ...	
TEMA 43: ...	
TEMA 44: ...	
TEMA 45: ...	
TEMA 46: ...	
TEMA 47: ...	
TEMA 48: ...	
TEMA 49: ...	
TEMA 50: ...	
TEMA 51: ...	
TEMA 52: ...	
TEMA 53: ...	

SEGUNDA LISTA

Temas Prioritarios	Calificación
TEMA 1: ...	
TEMA 2: ...	
TEMA 3: ...	
TEMA 4: ...	
TEMA 5: ...	
TEMA 6: ...	
TEMA 7: ...	
TEMA 8: ...	
TEMA 9: ...	
TEMA 10: ...	
TEMA 11: ...	
TEMA 12: ...	
TEMA 13: ...	
TEMA 14: ...	
TEMA 15: ...	
TEMA 16: ...	
TEMA 17: ...	
TEMA 18: ...	
TEMA 19: ...	
TEMA 20: ...	
TEMA 21: ...	
TEMA 22: ...	
TEMA 23: ...	
TEMA 24: ...	
TEMA 25: ...	
TEMA 26: ...	
TEMA 27: ...	
TEMA 28: ...	
TEMA 29: ...	
TEMA 30: ...	
TEMA 31: ...	
TEMA 32: ...	
TEMA 33: ...	
TEMA 34: ...	
TEMA 35: ...	
TEMA 36: ...	
TEMA 37: ...	
TEMA 38: ...	
TEMA 39: ...	
TEMA 40: ...	
TEMA 41: ...	
TEMA 42: ...	
TEMA 43: ...	
TEMA 44: ...	
TEMA 45: ...	
TEMA 46: ...	
TEMA 47: ...	
TEMA 48: ...	
TEMA 49: ...	
TEMA 50: ...	
TEMA 51: ...	
TEMA 52: ...	
TEMA 53: ...	

Fig. 3, Formato segunda ronda Delphi

Esta segunda ronda tendrá separados por agrupador, los temas prioritarios, en discusión y los comentarios que dieron los 53 expertos, esto con el fin de que los expertos puedan calificar cualitativamente si uno o varios temas podrían pasar de prioritarios a discusión o de discusión a prioritarios basados, además, con los comentarios aportados; por último, se presenta una hoja con los temas No Sabe/ No Responde y los temas nuevos que los expertos podrán clasificar como prioritarios o discusión teniendo también como ayuda los comentarios de los expertos.

El formato de segunda ronda se enviará a los mismos 53 expertos, sobre sus resultados se utilizará el cálculo de la frecuencia modal 2 (FM2) y un nuevo porcentaje de consenso, esta labor se desarrolla actualmente como trabajo de campo (primer semestre de 2019) y será parte del resultado final del proyecto, por lo que no hace parte de este artículo. A continuación en la figura 4 se muestra los temas seleccionados como prioritarios por los expertos.



Fig. 4, Temas prioritarios

En la figura anterior se observa la clasificación de los 9 agrupadores con los temas elegidos como prioritarios, donde se destaca en el agrupador “Producción” como fueron elegidos 11 temas como prioritarios algunos de ellos son, reducción de la contaminación por bioprocesos, transformación de alimentos por bioprocesos, Software y Hardware (Supervisión, optimización y control integral para asegurar calidad) – BPM, HACCP, trazabilidad entre otros, para el agrupador “Tecnologías de transformación” se identificaron 26 temas como prioritarios entre los que se encuentran, Uso de energías limpias en producción, Maquinaria y equipos para la industria de empaques, Determinación del riesgo en inocuidad de alimentos, Automatización de procesos, en el agrupador “Tecnologías de manejo y adecuación” fueron seleccionados como prioritarios 5 temas: Empaques biodegradables y naturales, envases Activos, empaques activos e inteligentes, en el agrupador “Tecnologías en comercialización y logística” se observan 2 temas prioritarios, Infraestructuras para el transporte (refrigerado, atmósferas controladas) y mecanismos

de comercio electrónico, por otro lado, en el agrupador “Tecnologías convergentes” fueron seleccionados 16 temas como prioritarios, algunos de ellos son, BigData, Nanocompuestos, Nanocompuestos biodegradables, Apps a través interfaces web, entre otros, para el agrupador “Sostenibilidad” encontramos que temas como agricultura sostenible, construcciones sostenibles y química verde son algunos de los temas elegidos como prioritarios, en cuanto al agrupador “Genética y biotecnología” los temas prioritarios fueron 13, se destacan Biocombustibles, Organismos Modificados Genéticamente, y Antioxidantes, para el agrupador “Tendencias, productos, residuos” se definieron como prioritarios 5 temas, innovación, agronegocios y alimentos funcionales, por último, el agrupador “Educación en Ingeniería Agroindustrial” fueron 10 temas prioritarios, entre los cuales se denotan, transferencia de tecnología, aprendizaje colaborativo/autónomo y capacidades de Innovación.

A continuación en la figura 5 se muestra el número de temas clasificados en discusión para cada agrupador.

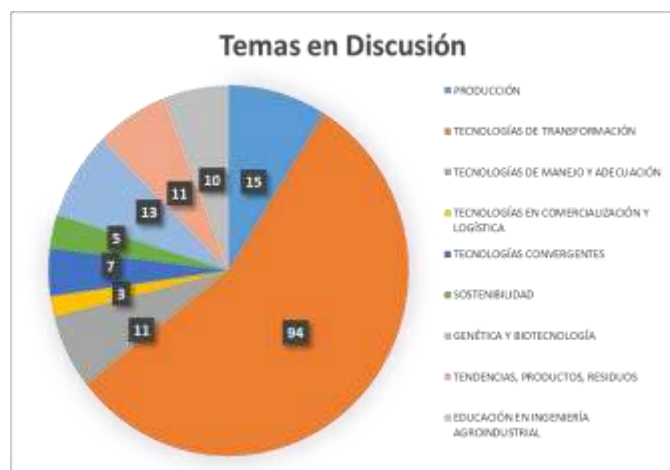


Fig. 5, Temas en discusión

TABLA 1
RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PRIMERA RONDA

AGRUPADOR	Temas por Agrupador	Tema(S) con mayor %	Nº Temas Prioritarios	Nº Temas Discusión	N (No Sab e/N o Responde)	Promedio % consenso
Producción	26	58%	11	15	0	40%
Tecnologías de transformación	134	60%	26	94	14	35%
Tecnologías de manejo y adecuación	16	66%	5	11	0	42%

Tecnologías en comercialización y logística	5	47%	2	3	0	39%
Tecnologías convergentes	32	49%	16	7	9	32%
Sostenibilidad	10	64%	5	5	0	43%
Genética y biotecnología	33	49%	13	13	7	32%
Tendencias, productos, residuos	19	77%	5	11	3	36%
Educación en ingeniería agroindustrial	20	60%	10	10	0	39%
Total	295		93	169	33	

En la tabla 1 se puede observar el resumen general de los resultados obtenidos en la primera ronda Delphi, se destaca que los expertos llegaron a considerar temas prioritarios con porcentajes de consenso por encima del 47%, llegando hasta el 77%.

Los temas prioritarios obtenidos en toda la primera ronda Delphi se pueden observar en la tabla 2:

TABLA 2
ANÁLISIS DE PRIMERA RONDA DELPHI

PRODUCCIÓN	DECISIÓN
Biotecnología	
Tecnología enzimática	Prioritario
Cultivo de microorganismos	Prioritario
Transformación de alimentos por bioprocesos	Prioritario
Reducción de la contaminación por bioprocesos	Prioritario
Control biológico y Ambiental	
Producción orgánica	Prioritario
Tecnología en manejo de residuos (reuso de materiales de residuo)	Prioritario
Mejoramiento y control de fuentes hídricas	Prioritario
Estrategias de mitigación al cambio climático	Prioritario
Control de calidad	
Software y Hardware (Supervisión, optimización y control integral para asegurar calidad) – BPM, HACCP, trazabilidad	Prioritario
Productos en fresco con nuevas especificaciones: orgánicos, sello verde, BPA, etc.	Prioritario
Equipos de diagnóstico rápido	Prioritario
TECNOLOGÍAS DE TRANSFORMACIÓN	DECISIÓN
Manejo de alimentos que no involucran transformación	
Maquinaria y equipos para la industria de empaques	Prioritario
Maquinaria y equipos para la industria de verdura y frutas	Prioritario
Maquinaria y equipo para la industria de cereales y granos	Prioritario
Biotecnología-Separaciones	
Uso de energías limpias en producción	Prioritario
Fermentación aeróbica y anaeróbica	Prioritario
Luz ultravioleta	Prioritario
Control de calidad y ambiental	
Equipos para la limpieza del aire industrial	Prioritario
Captura, uso y almacenamiento de carbono (CCUS)	Prioritario

Tecnologías limpias en limpieza y desinfección	Prioritario
Determinación del riesgo en inocuidad de alimentos	Prioritario
Sistemas de gestión de alérgenos	Prioritario
Ingeniería de procesos	
Supercongelación	Prioritario
Microfiltración	Prioritario
Liofilización	Prioritario
Fluidos supercríticos	Prioritario
Altas presiones	Prioritario
Pulsos lumínicos en la esterilización de alimentos	Prioritario
Métodos combinados para conservación de alimentos	Prioritario
Campos magnéticos	Prioritario
Microencapsulación	Prioritario
Automatización de procesos	Prioritario
Conservación de agua	Prioritario
Alimentos mínimamente procesados	Prioritario
Atmosfera controlada	Prioritario
Transformación de Productos	
Granos autóctonos	Prioritario
TECNOLOGÍAS DE MANEJO Y ADECUACIÓN	DECISIÓN
Manejo de alimentos que no involucran transformación	
Atmósferas modificadas	Prioritario
Empaques biodegradables y naturales	Prioritario
Envases Activos	Prioritario
Empaques comestibles	Prioritario
Empaques activos e inteligentes	Prioritario
TECNOLOGÍAS EN COMERCIALIZACIÓN Y LOGÍSTICA	DECISIÓN
Infraestructuras para el transporte (refrigerado, atmósferas controladas)	Prioritario
Mecanismos de comercio electrónico	Prioritario
TECNOLOGÍAS CONVERGENTES	DECISIÓN
Nanotecnología	
Nanocompuestos	Prioritario
Nanocompuestos biodegradables	Prioritario
Nanocristales de almidón	Prioritario
Biotechnología	
Estrategias de mitigación - Biorremediación	Prioritario
Biología molecular	Prioritario
TIC's (pxn, trans, comerc) Información y comunicación	
Apps a través interfaces web	Prioritario
Redes sociales	Prioritario
Drones agrícolas	Prioritario
Internet de las cosas (interconexión digital de objetos cotidianos)	Prioritario
Servicios de Computación en la nube	Prioritario
BigData	Prioritario
Sistema de apoyo para la toma de decisiones	Prioritario
Procesamiento digital de imágenes satelitales y por vehículos aéreos no tripulados	Prioritario
Inteligencia Artificial - Redes convolucionales - Algoritmos genéticos (toma decisiones)	Prioritario
Bioinformática	Prioritario
Inteligencia de Negocios (Business inteligent)	Prioritario
SOSTENIBILIDAD	DECISIÓN

Agricultura sostenible	Prioritario
Bioeconomía	Prioritario
Construcciones sostenibles	Prioritario
Economía Circular	Prioritario
Química Verde	Prioritario
GENÉTICA Y BIOTECNOLOGÍA	DECISIÓN
Ingeniería genética	Prioritario
Organismos Modificados Genéticamente	Prioritario
Biocombustibles	Prioritario
Biomasa	Prioritario
Bioenergía - todos tratamiento de agua	Prioritario
Biotechnología enzimática	Prioritario
Biorremediación	Prioritario
Biodiesel de Microalgas	Prioritario
Bioaceite	Prioritario
Antioxidantes	Prioritario
Antocianinas	Prioritario
Banco de germoplasmas, biofábricas.	Prioritario
Biorrefinerías	Prioritario
TENDENCIAS, PRODUCTOS, RESIDUOS	DECISIÓN
Agronegocios	Prioritario
Innovación	Prioritario
Robótica	Prioritario
Nutraceuticos	Prioritario
Alimentos funcionales	Prioritario
EDUCACIÓN EN INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL	DECISIÓN
Aprendizaje colaborativo en Mundos Virtuales (Second Life)	Prioritario
Identificación y mejoramiento de habilidades y competencias	Prioritario
Desarrollo de líderes	Prioritario
Gestión del conocimiento	Prioritario
Transferencia de tecnología	Prioritario
Virtualidad	Prioritario
Aprendizaje colaborativo/autónomo	Prioritario
E – commerce	Prioritario
Bioinformática	Prioritario
Capacidades de Innovación	Prioritario

En la tabla 2, se observa que el agrupador con mayor cantidad de temas prioritarios fue tecnologías de transformación con 26 temas, seguido de los agrupadores, tecnologías convergentes con 16 temas, por otra parte, el agrupador con mayor cantidad de temas en discusión fue el de tecnologías de transformación con 94 temas, seguido del agrupador producción con 15 temas.

v. ANÁLISIS DE RESULTADOS

De los temas/tecnologías prioritarias se encontraron en total 93 temas prioritarios vistos con anterioridad en la tabla 2, de los cuales a continuación en la tabla 3 se puede observar el top 20 de temas prioritarios con mayor porcentaje de consenso.

TABLA 3
TOP 20 DE LOS TEMAS

TOP 20 TEMAS PRIORITARIOS
Reducción de la contaminación por bioprocesos
Uso de energías limpias en producción
Empaques biodegradables y naturales
Mecanismos de comercio electrónico
Nanocompuestos biodegradables
Agricultura sostenible
Biocombustibles
Innovación
Transferencia de tecnología
Transformación de alimentos por bioprocesos
Captura, uso y almacenamiento de carbono (CCUS)
Aprendizaje colaborativo en Mundos Virtuales (Second Life)
Infraestructuras para el transporte (refrigerado, atmósferas controladas)
Big Data
Construcciones sostenibles
Antioxidantes
Alimentos funcionales
Capacidades de Innovación
Internet de las cosas (interconexión digital de objetos cotidianos)
Organismos Modificados Genéticamente

Con base en algunos de los temas prioritarios observados en la tabla 3 y alineando esta información la revisión de literatura sobre 84 papers en Scopus con la ecuación “TITLE-ABS-KEY (engineering AND (agribusiness OR agroindustry OR agroindustrial)) AND (EXCLUDE (SUBJAREA , "HEAL ") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "NEUR ")) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2015) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2014) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2013) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2012))”, se puede observar que en agricultura sostenible se encuentran estudios sobre cómo se debe alimentar al planeta con el menor impacto ambiental, por ende, la gestión adecuada de las zanjas podría mejorar la calidad de los cultivos, cuando se administra adecuadamente las acequias de las granjas, además, proporcionan otros servicios eco sistémicos importantes como la recarga de agua subterránea, atenuación de inundaciones, purificación de agua o conservación de la biodiversidad [14]. Por su parte, [15] proponen alcanzar producción de arroz que cumpla con la conservación de los humedales y la agricultura sostenible, teniendo como ejemplo a EEUU, manifestando la necesidad de implementar programas de conservación agrícola e idear estrategias y prácticas agroecológicas en la producción de arroz, logrando reducir drenajes de agua con nutrientes y

agroquímicos hacia los humedales. Por su parte, [16] también expresa como la agricultura sostenible se puede mejorar, utilizando de una manera más equilibrada la sinergia entre los recursos primarios, generando un enfoque de ingeniería agroecológica a partir de métodos analíticos, holísticos y contextualizados.

En cuanto biocombustibles, para su producción, uno de los principales sustratos encontrados es lignocelulosa, ya sea en empleando enzimas o microorganismos, [17], [18], [19] señalan que para generar una bioeconomía sostenible, biocombustible o un producto valioso, la producción debe utilizar la biomasa como sustrato, donde el almidón es uno de los recursos de biomasa más abundantes y está presente como desecho o subproducto agroalimentario.

Sobre captura y almacenamiento de carbono, La Richland Community College, participó en el proyecto del Departamento de Energía de Estados Unidos titulado, "Captura y almacenamiento de carbono de la industria de Illinois" (IL-ICCS), que consistió en demostrar la viabilidad y efectividad de la captura, utilización y almacenamiento de carbono a escala comercial (CCUS); las actividades continuas de educación y extensión comunitaria llevadas a cabo por el Colegio han involucrado exitosamente al público a una amplia comprensión de que las tecnologías CCUS reflejan de manera segura los mejores intereses para la comunidad y el medio ambiente [20] (Brauer & Larrick, 2015).

[21] plantean como la acumulación y el mal manejo de residuos Agroindustriales en países en desarrollo es una preocupación ambiental, y sugieren que reciclar desechos como un material de construcción sostenible es solución viable, una opción ecológica, para ello estudiaron la aplicación de residuos agroindustriales en la fabricación de ladrillos, cáscara de cacao, aserrín, cáscara de arroz y caña de azúcar, además, [22] hablan del desarrollo de un modelo piloto para la producción de un techo verde como una construcción sostenible, cuyo material ecológico es una planta de musgo cultivada por un medio hidropónico en un panel, ubicado en la azotea de un edificio en Yogyakarta, Indonesia.

En cuanto a TIC's e industria 4.0, se encontraron estudios como los de [23] los cuales expresan como los avances en la Tecnologías de información y comunicación (TIC's) han generado oportunidades e innovaciones para mejorar resultados agrícolas, innovaciones en curso, como móviles, redes sociales, drones agrícolas, Internet de las cosas (IoT), big data y cloud computing.

Varios estudios se encontraron sobre modificaciones genéticas o las denominadas transgénesis de todo tipo de organismos vivos, tales como microorganismos, plantas y animales; la mayoría de los avances se centran en modificaciones genéticas de plantas tanto ornamentales, para la obtención de materias primas para la industria, o plantas para alimentación animal o humana [24], [25], [26]. Se destacan no solamente los avances en los mejoramientos de microorganismos, sino la percepción que tienen los diferentes

sectores de la sociedad con respecto a la transgénesis [27]. La percepción pública negativa y el activismo anti-OMG (Organismos Modificados Genéticamente) son las dos fuerzas más dominantes contra el desarrollo y la adopción de cultivos transgénicos.

[28] desarrollaron un estudio cuyo propósito fue evaluar la implementación de la herramienta Second Life (SF), en estudiantes del programa de Ingeniería de Producción agroindustrial en una universidad colombiana, para promover habilidades de investigación y análisis, y así facilitar procesos de aprendizaje.

Finalmente, sobre los temas de gestión de innovación y tecnologías, [29] presentaron el resultado de un proyecto asociado con una metodología para medir capacidades de innovación en un número de empresas agroindustriales, determinando los indicadores a calificar, así como diversos modelos para medir el grado y la capacidad de innovación tecnológica, mientras que [30] realizaron un estudio de cómo el gobierno, las universidades, los centros de investigación tanto públicos como privados, las industrias, los agricultores y los consumidores, es decir, los productores y consumidores del conocimiento, se enfrentan y ponen en marcha formas de integrar el conocimiento y gestionar la transferencia de tecnología aplicable a la ciencia agrícola, para mejorar la competitividad de la industria y generar bienestar social.

A continuación en la tabla 4, se puede observar los nuevos temas y tecnologías propuestos por los expertos.

TABLA 4
TEMAS NUEVOS PROPUESTOS POR LOS 53 EXPERTOS

PRODUCCIÓN
Desarrollo de biosensores para el control de la calidad
TECNOLOGÍAS DE TRANSFORMACIÓN
Chocolates y sus derivados
Fuentes alternativas de proteínas y nutrientes: insectos, algas, cianobacterias
Café, Papas Nativas, Frutales Andinos (Lulo, Tomate de Árbol, Uchuva); Carnes de Especies Menores (Conejo, Cuy, Ovejas, Caprinos)
Producción de Proteínas y Fibras Vegetales
Transformación del aguacate
Tendencias de Alimentación Actual
TECNOLOGÍAS EN COMERCIALIZACIÓN Y LOGÍSTICA
Tecnologías de monitoreo y control: NFC, RFID, Tecnologías asociadas al transporte: Drones; Logística inversa
Personal Logístico y Administrativo
TECNOLOGÍAS CONVERGENTES
Manufactura aditiva, Impresión 3D y 4D de alimentos, producción de carne en biorreactores a partir de células animales, industrias 4.0, nutrición personalizada.
Agua para que la agroindustria, Energía estable
SOSTENIBILIDAD
Acuaponía
GENÉTICA Y BIOTECNOLOGÍA
Farmacéutica

TENDENCIAS, PRODUCTOS, RESIDUOS

Sustitución de aditivos sintéticos y/o químicos: nitritos, fosfatos

La tabla 3 se presentan los 32 temas nuevos que fueron aportados por los expertos en los agrupadores de producción, tecnologías de transformación, tecnologías en comercialización, tecnologías convergentes, sostenibilidad, genética y biotecnología y tendencias, estos temas serán puestos a consideración en la segunda ronda para que los expertos puedan calificarlos como temas prioritarios.

V. CONCLUSIONES

Varios temas de la industria 4.0 fueron elegidos como prioritarios, dentro de la lista de los 20 con mayor prioridad, se encontraron tecnologías emergentes relacionadas con Tecnologías de información y comunicación (TIC's) tales como uso de teléfonos móviles, redes sociales, drones agrícolas, Internet de las cosas (IoT), big data y cloud computing, los cuales presentan nuevos desafíos y oportunidades para que los agronegocios redefinan y reconsideren el papel de las TIC para lograr mejores resultados agrícola.

En cuanto a Educación en Ingeniería Agroindustrial, los papers analizados resaltaron temas como, aprendizaje colaborativo en mundos, virtuales (second life), Primeros auxilios en campo, aprendizaje a distancia, desarrollo de líderes, aprendizaje híbrido, gestión del conocimiento, transferencia de tecnología, virtualidad B – learning, aprendizaje colaborativo/autónomo, aprendizaje electrónico, algoritmos de ensamblaje, capacidades de innovación y sistemas de información geográfica entre otros, éste agrupador se presenta como transversal en el árbol temático y tecnológico por su alta capacidad de influencia en todas las áreas y ciclos del plan de estudio de Ingeniería Agroindustrial, sin embargo, después de la primera ronda Delphi solo quedaron como prioritarios: aprendizaje colaborativo en mundos virtuales (second life), desarrollo de líderes, gestión del conocimiento, transferencia de tecnología, virtualidad, aprendizaje colaborativo/autónomo y capacidades de Innovación.

Aunque la primera ronda contenía 293 variables, los expertos incluyeron 52 nuevos temas nuevos entre los que se resaltan Desarrollo de biosensores para el control de la calidad, producción de Proteínas y fibras vegetales, tecnologías logística inversa, manufactura aditiva, Impresión 3D y 4D de alimentos, producción de carne en birreactores a partir de células animales, industrias 4.0, acuaponía y sustitución de aditivos sintéticos y/o químicos: nitritos, fosfatos, estos nuevos temas/tecnologías hacen parte de la segunda ronda Delphi.

De acuerdo con el resultado de esta primera ronda Delphi, en la actualidad las Facultades de Ingeniería Agroindustrial no deben incluir solamente los aspectos de manejo, producción, transformación y comercialización, ya que existen nuevos

temas emergentes que desde otras Ciencias y Disciplinas aportan a su objeto de estudio, en este caso se resaltan agrupadores como tecnologías convergentes (nanotecnología), sostenibilidad, genética y biotecnología, tendencias, productos y residuos, etc.

Este estudio se convierte en un insumo fundamental para las facultades de Ingeniería Agroindustrial ya que permite analizar las apuestas actuales y futuras en investigación, nuevos cursos o áreas, programas de extensión, proyectos de transferencia a empresas, sus resultados también serán de utilidad para las personas con responsabilidades administrativas ya que tienen en sus manos un nuevo estudio a tener en cuenta en la toma de decisiones de acuerdo con las características o apuestas propias de cada región y país.

AGRADECIMIENTOS. Los autores expresan sus agradecimientos a la sección de competitividad, innovación y tecnología de la Organización de Estados Americanos OEA por su apoyo en la realización del estudio de Prospectiva de la Ingeniería Agroindustrial al 2035.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] USIL, «Ingeniería Agroindustrial y Agronegocios,» *Universidad San Ignacio de Loyola*, 2018.
- [2] FAO, «Agroindustrias para el desarrollo,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/3/a-i3125s.pdf>. [Último acceso: 24 Enero 2018].
- [3] G. Aguilar y G. Guerra, *Economía del agronegocio*, México: LIMUSA SA, Grupo Noriega Editores, 2002.
- [4] UPB, «Ingeniería Agroindustrial,» Universidad Pontificia Bolivariana, 2016. [En línea]. Available: <https://www.upb.edu.co/es/pregrados/ingenieria-agroindustrial-medellin>. [Último acceso: 15 Febrero 2018].
- [5] J. W. Zartha Sossa y G. L. Orozco Mendoza, «Estudio de prospectiva académica de la facultad de ingeniería agroindustrial de la Universidad Pontificia Bolivariana al año 2020,» *Biología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*, vol. 6, n° 2, pp. 67-75, 2008.
- [6] S. Balaraman y K. S. Venkatakrishnan, «Identifying Engineering Education goals and priorities for the future: an experiment with the Delphi technique,» *Higher Education*, vol. 9, n° 1, pp. 53-67, 1980.
- [7] J. W. Zartha Sossa, J. M. Montes Hincapié, I. D. Toro Jaramillo, R. Hernández Zarta, H. S. Villada Castillo y J. L. Hoyos Concha, «Delphi method in technological foresight studies: an approach to calculating the number of experts and the application of the competence coefficient "k" expert,» *Biología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, vol. 15, n° 1, pp. 105-115, 2017.
- [8] J. W. Zartha Sossa, B. Arango Alzate, F. M. Vélez Salazar, D. A. Coy Mesa, K. Méndez Naranjo, G. L. Orozco Mendoza, A. F. Ávalos Patiño, J. Durán, M. Beltrán Martínez y L. M. Ríos Jaramillo, «ESTUDIO DE PROSPECTIVA DE LA INGENIERÍA INDUSTRIAL AL 2025 EN ALGUNOS PAISES MIEMBROS DE LA OEA,» *Latin American and Caribbean Journal of Engineering Education*, vol. 7, n° 1, pp. 1-23, 2013.
- [9] C. C. Ramírez, J. W. Zartha Sossa, B. Arango y G. L. Orozco Mendoza, «Prospectiva 2025 de la Carrera de Ingeniería Química en algunos Países pertenecientes a la Organización de Estados Americanos (OEA),» *Formación universitaria*, vol. 9, n° 6, pp. 127-138, 2016.
- [10] G. I. Pereira, P. Da Silva y D. Soule, «Policy-adaptation for a smarter and more sustainable EU electricity distribution industry: a foresight analysis,» *Environment, Development and Sustainability*, pp. 1-37, 2018.
- [11] C. Santos, M. Araújo y N. Correia, «A methodology for the identification of strategic technological competences: An application in the sheet metal equipment industry,» *Futures*, vol. 90, pp. 31-45, 2017.
- [12] C. Eller y R. M. Naveiro, «Technological trends on the functional textiles sector. International Association for Management of Technology,» de *IAMOT 2016 Conference Proceedings*, 2016.
- [13] M. Karvonen, O. Kytola, T. Kassi y T. Mustonen, «New perspectives on industry transformation through expansion of the technology base and creative cooperation,» *IEEE International*, pp. 1-5, 2008.
- [14] J. Dollinger, C. Dagès, J. S. Bailly, P. Lagacherie y M. Voltz, «Managing ditches for agroecological engineering of landscape,» *Agronomy for Sustainable Development*, vol. 35, n° 3, pp. 999-1020, 2015.
- [15] H. Chen, G. Wang, X. Lu, M. Jiang y I. A. Mendelssohn, «Balancing the needs of China's wetland conservation and rice production,» *Environmental science & technology*, vol. 49, n° 11, pp. 6385-6393, 2015.
- [16] M. Duru, «Combining agroecology and management science to design field tools under high agrosystem structural or process uncertainty: Lessons from two case studies of grassland management,» *Agricultural systems*, vol. 114, pp. 84-94, 2013.
- [17] D. Kumar, B. Singh y J. Korstad, «Utilization of lignocellulosic biomass by oleaginous yeast and bacteria for production of biodiesel and renewable diesel,» *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 73, pp. 654-671, 2017.
- [18] A. Saini, N. K. Aggarwal, A. Sharma y A. Yadav, «Actinomyces: a source of lignocellulolytic enzymes,» *Enzyme research*, 2015.
- [19] L. M. Rosales Colunga y A. Martínez Antonio, «Engineering Escherichia coli K12 MG1655 to use starch,» *Microbial cell factories*, vol. 13, n° 1, p. 74,

- 2014.
- [20 D. C. Brauer y D. Larrick, «Public communication and collaboration for carbon capture, utilization, and storage technology: Acceptance, education, and outreach,» de *In 31st Annual International Pittsburgh Coal Conference: Coal - Energy, Environment and Sustainable Development*, Pittsburgh, 2015.
- [21 L. M. Luna Cañas, C. A. Ríos Reyes y L. A. Quintero Ortiz, «Recycling of agroindustrial solid wastes as additives in brick manufacturing for development of sustainable construction materials,» *Dyna*, vol. 81, n° 188, pp. 34-41, 2014.
- [22 M. Ushada y H. Murase, «Pilot model of production system for moss greening material in Yogyakarta,» *In II Asia Pacific Symposium on Postharvest Research Education and Extension: APS2012 1011*, pp. 479-486, 2012.
- [23 J. Xin y F. Zazueta, «Technology trends in ICT–towards data-driven, farmer-centered and knowledge-based hybrid cloud architectures for smart farming,» *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, vol. 18, n° 4, pp. 275-279, 2016.
- [24 N. Ali, J. P. Heslop Harrison, H. Ahmad, R. A. Graybosch, G. L. Hein y T. Schwarzacher, «Introgression of chromosome segments from multiple alien species in wheat breeding lines with wheat streak mosaic virus resistance,» *Heredity*, vol. 117, n° 2, p. 114, 2016.
- [25 M. D. Arrigoni Blank, M. S. Santos, A. F. Blank, A. R. Rabbani, R. Silva Mann, J. B. Santos y T. S. Menezes, «Analysis of genetic diversity of Laeliinae (Orchidaceae) in the State of Sergipe using ISSR markers,» *Genetics and Molecular Research*, 2016.
- [26 H. D. Shin, L. Liu, M. K. Kim, Y. I. Park y R. Chen, «Metabolic engineering of *Agrobacterium* sp. ATCC31749 for curdlan production from cellobiose,» *Journal of industrial microbiology & biotechnology*, vol. 43, n° 9, pp. 1323-1331, 2016.
- [27 N. Ahmad , F. Michoux, A. G. Lössl y P. Nixon, «Challenges and perspectives in commercializing plastid transformation technology,» *Journal of experimental botany*, vol. 67, n° 21, pp. 5945-5960, 2016.
- [28 L. M. Sierra, R. S. Gutiérrez y C. L. Garzón Castro, «Second Life as a support element for learning electronic related subjects: A real case,» *Computers & Education*, vol. 58, n° 1, pp. 291-302, 2012.
- [29 J. D. Fernandez Ledesma y S. Ramirez, «Proposed methodology for measuring innovation capabilities in a number of companies agrobusiness,» de *In International Association for Management of Technology IAMOT*, 2015.
- [30 E. G. Carayannis, S. Rozakis y E. Grigoroudis, «Agri- science to agri-business: the technology transfer dimension,» *The Journal of Technology Transfer*, vol. 43, n° 4, pp. 837-843, 2018.