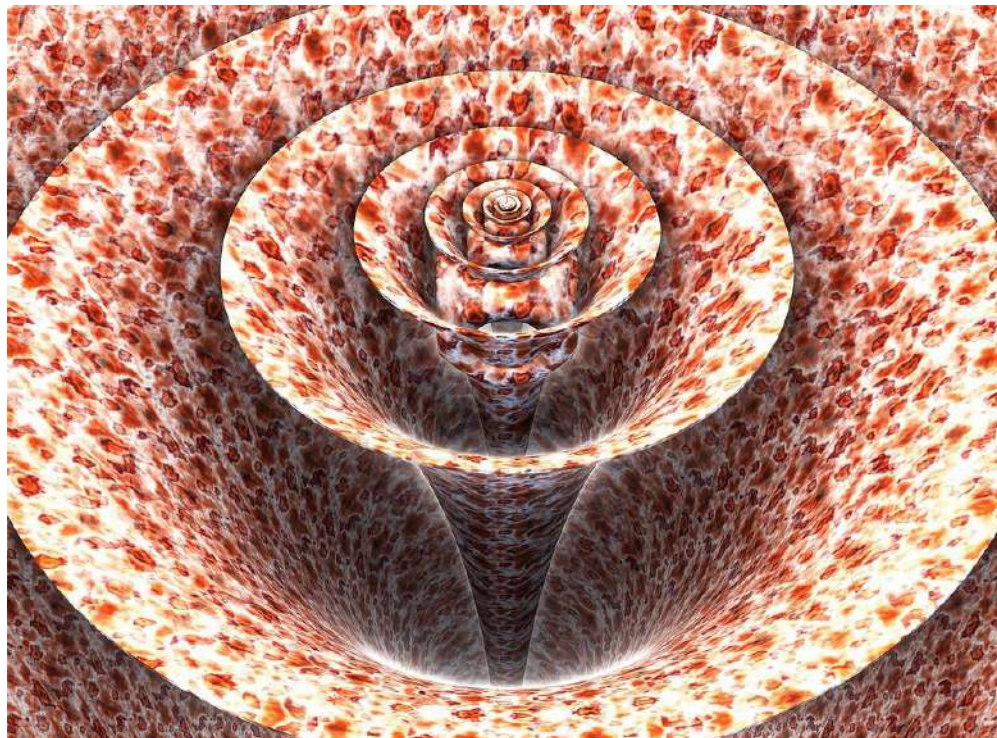


**PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA
PLAN ESTRATÉGICO 2017 – 2022**



GLORIA HELENA GONZÁLEZ BLAIR

**DIRECTORA
MARY LUZ OLIVARES TENORIO**

**UNIAGRARIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS
Bogotá
2017**

**Sería posible describir todo científicamente,
pero no tendría ningún sentido.
Carecería de significado, el que usted
describiera, la sinfonía de Beethoven
como una variación de la presión,
de la onda auditiva.**

Albert Einstein



TABLA DE CONTENIDO

	Pág
DIAGNÓSTICO	5
Panorama mundial de la biotecnología	5
Prospectiva tecnológica en el sector de alimentos	6
Situación Nacional de la biotecnología y del sector de alimentos	8
Panorama Uniagraria	13
Aspectos misionales	13
Aspectos curriculares	16
Semilleros de Investigación	27
Grupo de Investigación Biotecnología Uniagraria	30
OBJETIVOS	38
Objetivo general	38
Objetivos específicos	38
MAPA DE NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN	38
LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	41
PLAN DE TRABAJO	43
Objetivos estratégicos	43
Ejes estratégicos y planes de acción	44
REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS	45

LISTA DE TABLAS

Tabla	Título	Pág
1	Sectores estratégicos para el desarrollo de sectores de clase mundial	9
2	Ejes a través de los cuales trabaja el programa de transformación productiva	10
3	Análisis DOFA sobre los grupos de investigación en biotecnología	11
4	Análisis DOFA sobre las capacidades de transferencia tecnológica en biotecnología	12
5	Necesidades priorizadas en la agenda Dinámica Nacional de I+D+i	15
6	Denas productivas	17
7	Metodologías para fortalecer la alianza entre productores y mercados	21
8	Primer periodo académico	23
9	Segundo periodo académico	24
10	Tercer periodo académico	24
11	Cuarto periodo académico	24
12	Quinto periodo académico	25
13	Sexto periodo académico	25
14	Séptimo periodo académico	26
15	Octavo periodo académico	26
16	Noveno periodo académico	27
17	Décimo periodo académico	27
18	Proyectos realizados con estudiantes, a través de los semilleros	28
19	Formación, área de énfasis y situación actual de los investigadores	31
20	Estudiantes que se han formado en el grupo	32
21	Proyectos de investigación del grupo	35
22	DOFA – Grupo Biotecnología UNIAGRARIA	37
23	Mapa de necesidades de investigación e innovación en la industria alimentaria	39
24	Mapa de necesidades de investigación e innovación en biotecnología	40
25	Mapa de necesidades de investigación e innovación en bioeconomía	41
26	Líneas de investigación del Grupo de Investigación, proyectos y temas a desarrollar	43
27	Ejes estratégicos y planes de acción	44

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA

PLAN ESTRATÉGICO 2017 – 2022

Ing. Gloria Helena González Blair

DIAGNÓSTICO

La palabra biotecnología es un cruce de las palabras griegas *bios* (vida), *tekhné* (arte, técnica u oficio) y *logos* (estudio, tratado, discurso), y se considera el área multidisciplinar que integra la biología, la química y la ingeniería para resolver problemas y elaborar productos útiles (González, 2015). Las Naciones Unidas la definen como "toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos"; mientras que la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico lo hace como "la aplicación de la ciencia y la tecnología a organismos vivos, así como sus partes, productos y modelos de los mismos, para alterar materiales vivos o no para la producción de conocimientos, bienes y servicios" (Aber *et al.*, 2010). Comprende investigación de base y aplicada, y es una de las áreas transversales del conocimiento científico que ha logrado mayor impacto en el desarrollo de diversos sectores económicos (Trejo *et al.*, 2011).

Panorama mundial de la biotecnología

Durante la década de los 70, Estados Unidos emergió como país líder en la innovación en Biotecnología y desde entonces, se ha mantenido como líder indiscutible en investigación y desarrollo, conllevando a una potente estructura empresarial (2.459 empresas, \$108.773 millones de dólares de ingresos y 159.587 empleos directos, en el 2015). Su liderazgo se debe a la sinergia de factores como producción científica de universidades y centros tecnológicos; colaboración entre investigación e industria; acceso a mayor financiación privada que pública; apoyo del sector público a políticas sanitarias que favorecen el acceso a terapias innovadoras; marco jurídico de protección de la propiedad intelectual; marco regulatorio de la *Federal Drug Administration* (FDA) y un sistema económico de libre mercado que posibilita que el alto riesgo de las inversiones se vea recompensado con un alto rendimiento cuando se comercializa el producto (Inza, 2016). Actualmente, España se posiciona como uno de los países con mayor número de compañías relacionadas con la biotecnología; es líder en diagnóstico molecular y medicina personalizada, en el desarrollo de terapias para la salud humana y en pipeline¹ de biotecnología sanitaria (Asociación

1 Incluye 198 biofármacos, sistemas de diagnóstico humano y salud animal; así como 155 moléculas.

Española de Bioempresas – ASEBIO, 2015).

Alemania es otro país bien desarrollado en el área de la biotecnología, sobre todo en el sector de la biotecnología roja (en biofarmacéuticos), tanto en la cantidad de empresas como en el volumen de ventas; se caracteriza por contar con un ecosistema bien organizado, representado en: Estabilidad económica, política, institucional, jurídica y social; promoción del sector biotecnológico a través de la *High-Tech-Strategy*, estrategia a la cual están vinculadas diversas asociaciones y empresas industriales; disponibilidad de un sistema de registro e inscripción de biopatentes; disponibilidad de una política de atracción de inversión extranjera basada en su buena infraestructura y formación académica, así como en la etiqueta *Made in Germany*, símbolo de innovación y alta calidad, con programas de subvención del Ministerio Federal para Formación e Investigación (BMBF) orientados a fortalecer las áreas de investigación de la salud, bioeconomía², promoción para emprendedores y PYMEs, y cooperación internacional; identificación de los principales actores del ecosistema (asociaciones privadas y empresariales vinculadas a la biotecnología, incubadoras y aceleradoras de negocios, firmas de venture capital e inversionistas ángeles, centros de investigación vinculados al quehacer empresarial (ProChile, 2016).

En Iberoamérica, se han observado interesantes patrones en términos de cooperación científica, siendo la cooperación internacional una de las maneras de complementar las necesidades de equipo de los diferentes grupos de investigación; cooperación que se refleja en las publicaciones conjuntas entre países de Iberoamérica, Estados Unidos y algunos países de Europa (Barrere *et al.*, 2009). En Latinoamérica, la biotecnología aplicada a diversas actividades productivas impacta la región y abre nuevos espacios de intercambio público-privado a nivel científico, tecnológico y productivo; estos espacios generan o potencian mercados a partir de los cuales es factible captar rentas adicionales (Bisang *et al.*, 2009).

Prospectiva tecnológica en el sector de alimentos

De acuerdo con Luna *et al.* (2016), se espera un incremento de la demanda de alimentos, así como una posible escasez de los mismos, debido a una posible falta de capacidad de la agricultura para producir cantidades suficientes de alimentos que sostengan la creciente población mundial, razón por la cual, países como China, Arabia Saudita y Emiratos Árabes Unidos, entre otros, están adquiriendo grandes proporciones de tierra fuera de sus fronteras para asegurar el suministro de alimentos para sus poblaciones y atenuar, en cierta medida la tendencia de inflación de los precios de alimentos que continuaría incluso pasado el año

2 Producción y utilización de recursos biológicos, tecnología e inteligencia biológica con el fin de suministrar productos, procedimientos y servicios a todos los sectores económicos en el marco de un sistema económico sostenible (von Braun, 2015).

2030.

Los avances en el sector y la introducción progresiva de las nuevas tecnologías *ómicas*, auguran cambios importantes en diferentes sectores. En el sector de alimentos existe una creciente evidencia científica y clínica que muestra que la alimentación juega un papel esencial en la prevención de enfermedades, lo que está generando un importante mercado de alimentos o alimentos que contienen o concentran principios activos con propiedades funcionales (beneficiosas) sobre la salud. La industria alimentaria podrá emplear los conocimientos derivados de la nutrigenómica para desarrollar productos basados en evidencias, abriendo un abanico con enormes posibilidades en cuanto al tipo de productos (suplementos, alimentos tradicionales mejorados en cuanto a la composición de principales nutrientes o nutraceuticos) así como al público al que se dirigen (Ruiz *et al.*, 2011).

De acuerdo con la Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER), las tendencias, en el 2016, de la industria alimentaria, favorecen productos con las siguientes características: Simples (con pocos ingredientes o poco industrializados), con trazabilidad conocida, de producción local u origen conocido, sostenibles, que produzcan cero desperdicio, con personalización tecnológica, con fusiones (combinar comidas exóticas o romper con viejos paradigmas al ofrecer nuevas recetas o ingredientes), tradicionales, saludables, con menos empaque, crudos y lujosos.

Asimismo, la industria alimentaria evoluciona constantemente, razón por la cual los avances científicos y técnicos permiten producir hoy, alimentos y bebidas que se adaptan, de forma segura, a las demandas de los consumidores. Dentro de éstos están:

1. El Internet de las cosas, la inteligencia artificial y el Big Data están cambiando radicalmente la manera de fabricar, transportar y consumir alimentos (Ainia, 2016).
2. La microencapsulación y la nanoencapsulación suponen un avance tecnológico de primer nivel en la innovación de productos de alimentación; y son claves para el desarrollo de aditivos naturales, ingredientes funcionales, estabilizadores de producto, mejoras sensoriales de alimentos u otros productos e ingredientes avanzados para la generación de nuevas percepciones en el consumidor (Ainia, 2016).
3. La tecnología de imagen química³, permite obtener del producto que se está procesando, un mapa de composición en tiempo real, por lo que ofrece posibilidades en la garantía de calidad y control de procesos (Ainia, 2016).

3 Tecnología que combina la espectroscopía infrarroja tradicional con las propiedades de imágenes microscópicas y macroscópicas para obtener información espacial y espectral con gran facilidad y sin estudios previos (Peguero, 2010).

4. La conservación de alimentos mediante métodos biológicos novedosos está generando nuevos paradigmas para la seguridad alimentaria. Ejemplo de esto son los bacteriófagos, virus que específicamente infectan y se multiplican en las bacterias y que se han estudiado como terapia para reducir y prevenir colonización y enfermedades en ganado; como higienización, para la descontaminación de productos frescos (frutas, vegetales y carnes); como desinfección de equipos y superficies en contacto con alimentos; y como biocontrol, a modo de conservante natural para extender la vida útil de productos perecederos (Ainia, 2016).
5. La presión como herramienta para transformar procesos alimentarios, abre un amplio abanico sobre la estructura y movilidad de los distintos componentes de los alimentos (proteínas, grasas...); ejemplo de esto son los cambios conformacionales en las proteínas de la pared celular y su efecto directo en la inactivación microbiológica; el control de variables de proceso en sistemas cerrados (temperatura de ebullición, presencia de oxígeno, entre otros) como la fritura a presión reducida; y la modificación de la variable temperatura para procesos de cocción de alimentos mediante vapor saturado a presión controlada (Ainia, 2016).
6. El empleo de la proteómica como técnica analítica para la identificación y caracterización de proteínas implicadas en procesos biológicos y para la búsqueda de nuevas proteínas. Así, por ejemplo, la conjunción de los avances en proteómica y biosensores abre un gran campo de trabajo en el ámbito de la seguridad alimentaria para la detección de contaminantes y microorganismos de riesgo. Además, los biochips de ADN tienen grandes potencialidades para el desarrollo de una alimentación personalizada. También son de interés los avances en el desarrollo de kits enzimáticos a medida de patógenos como *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* u otros (Ainia, 2016).
7. El desarrollo de envases activos con propiedades biocidas, antioxidantes o absorbedores de etileno y humedad. Así, por ejemplo, los recubrimientos con extractos de ajo inhiben el crecimiento de *Listeria monocytogenes*, *E. Coli* O157 y *Botrytis cinerea*; mientras que los recubrimientos de eugenol o de aceite esencial de canela inhiben el crecimiento de *Botrytis cinerea* (Ainia, 2016).

Situación Nacional de la biotecnología y del sector de alimentos

En Colombia, se muestran crecimientos importantes en cuanto a la conformación y consolidación de comunidades dedicadas a la investigación, así como en la formación postgradual de profesionales de diversas áreas; en contraste, el surgimiento de empresas soportadas en biotecnología ha sido limitado (Buitrago, 2012), pese a que el Programa Nacional de Biotecnología trabaja en las siguientes líneas de acción:

1. Promover la creación y el desarrollo de consorcios empresariales y de empresas biotecnológicas en áreas estratégicas.
2. Incentivar la protección de la propiedad intelectual.
3. Impulsar las iniciativas legales tendientes a conformar un marco regulatorio coherente y transparente que favorezca el desarrollo de la biotecnología.
4. Desarrollar iniciativas regulatorias urgentes y necesarias para lograr el despegue del esfuerzo nacional en biotecnología y bioseguridad.
5. Incrementar los recursos humanos dedicados a la investigación y desarrollo (I+D) en biotecnología.
6. Promover la institucionalidad para la coordinación pública y la participación ciudadana.
7. Desarrollar y desplegar instrumentos de promoción del sector biotecnológico empresarial.
8. Gestionar la creación de nuevos centros de biotecnología moderna.

Igualmente, el gobierno elaboró una serie de estímulos para sectores que denominó de clase mundial (tabla 1) y en esa misma línea, expidió el documento CONPES 3697 del 14 de junio de 2011 sobre políticas para el desarrollo comercial de la biotecnología a partir del uso sostenible de la biodiversidad, el cual está orientado a fortalecer las capacidades institucionales para el desarrollo comercial de la biotecnología, la creación de instrumentos financieros para fortalecer las empresas de base tecnológica, la adecuación y revisión del marco normativo relacionado con el acceso a los recursos genéticos y derivados, así como el ajuste y la actualización sobre producción y comercialización de medicamentos biotecnológicos y productos fitoterapéuticos (Buitrago, 2012).

Tabla 1. Sectores estratégicos para el desarrollo de sectores de clase mundial

Servicios	Manufacturas	Agroindustria
Tercerización de procesos de negocios – BPO & O	Industria editorial y de la comunicación gráfica	Chocolatería, confitería y sus materias primas
Software y tecnologías de la información	Textil y confecciones	Carne bovina
Energía eléctrica, bienes y servicios conexos	Autopartes y vehículos	Palma, aceites, grasas vegetales y biocombustibles
Turismo de naturaleza	Cosméticos y aseo	Acuícola
Turismo de bienestar	Metalmecánico	Lácteo
Turismo de salud	Cuero, calzado y marroquinería	Hortofrutícola
	Astillero	
	Siderurgia	

Fuente: Proexport, 2013

A la luz del Programa de Ingeniería de Alimentos y teniendo en cuenta que es importante que los programas de investigación, desarrollo e innovación creen y fortalezcan capacidades en biotecnología para los sectores estratégicos correspondientes a la Agroindustria, la página [https://www.ptp.com.co/ contenido/categoria.aspx?catID=754](https://www.ptp.com.co/contenido/categoria.aspx?catID=754) permite identificar, para cada sector, el programa de transformación productiva; y la tabla 2, resume los ejes transversales que facilitarán el fortalecimiento de los planes de negocio.

Tabla 2. Ejes a través de los cuales trabaja el programa de transformación productiva

Eje de trabajo	Iniciativas	Instrumentos
Capital humano	Pertinencia educativa. Formación especializada en investigación, desarrollo e innovación (I+D+I). Bilingüismo.	Asistencia para el acceso a la educación. Apoyo a la formación especializada. Programa Ispeak. Bilingüismo.
Marco normativo y regulación	Proporción de un marco normativo y regulatorio. Identificación y fomento de la adopción de tendencias y estándares internacionales. Identificación y promoción de barreras a la productividad y competitividad.	Formación a empresarios en aspectos jurídicos de los tratados de libre comercio. Proyecto de ampliación de acuerdos de reconocimiento mutuo. Proyecto de formalización empresarial y lucha contra la ilegalidad en el comercio.
Fortalecimiento, promoción e innovación sectorial	Asociatividad entre los principales actores y eslabones productivos de cada sector. Desarrollo de actividades y proyectos de investigación, desarrollo e innovación + promoción. Consolidación de una política de promoción clara y agresiva.	Ejercicios de vigilancia y prospectiva tecnológica. Generación de programas de formación en innovación. Dinamización de los memorandos de entendimiento suscritos con otros países.
Infraestructura y sostenibilidad	Infraestructura macro (de orden nacional). Infraestructura micro (relacionada con equipos necesarios para cada sector). Infraestructura intangible (plataformas tecnológicas). Sostenibilidad.	Soluciones a cuellos de botella logísticos. Portafolio de productos y servicios sostenibles. Talleres de sostenibilidad.

Fuente: Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2012

Con relación a los grupos de investigación en biotecnología, la tabla 3, presenta el análisis DOFA y de ésta se infiere que el grupo de investigación Biotecnología UNIAGRARIA debe:

1. Limitar las líneas de investigación para evitar la dilución de esfuerzos.
2. Despertar y fomentar el interés de las empresas para buscar innovaciones en el sector investigador biotecnológico.
3. Dirigir el esfuerzo hacia proyectos de alcance global.

Tabla 3. Análisis DOFA sobre los grupos de investigación en biotecnología

Debilidades
<ol style="list-style-type: none"> 1. La financiación de los proyectos de investigación parece suficiente para abordar las primeras etapas del desarrollo de la hipótesis científica y objetivos relativamente sencillos, de ámbito local pero no parece suficiente para generar pruebas de concepto muy intensivas en tecnología o costosas (pruebas <i>in vivo</i>, escalados de producción, prototipos, etc.) que permitan asentar la protección y promoción de las innovaciones. 2. Son frecuentes los grupos que desarrollan varias líneas de investigación de especialidades diversas de manera simultánea (ej. Biorremediación y salud), Esto diluye el esfuerzo y puede incidir negativamente en sus posibilidades de conseguir la excelencia investigadora. 3. El pequeño número de doctorados limita el capital humano disponible para potenciar el sector académico pero también para incorporar tecnólogos en la industria y, en consecuencia, generar un tejido industrial más proclive a la innovación tecnológica y a la búsqueda de alianzas con las universidades y centros de investigación, que a su vez mejorarían sus probabilidades de transferencia tecnológica. 4. En el caso de las líneas que trabajan en agricultura, y que constituyen casi la cuarta parte de las analizadas, los objetivos de los proyectos suelen ser de aplicación local, lo que limita el impacto económico de los éxitos que pudieran lograrse. 5. Aunque la biodiversidad colombiana constituye la principal ventaja competitiva para el naciente sector biotecnológico del país, el proceso de acceso a recursos genéticos es complejo, largo y costoso y se convierte a veces en un desincentivo para la investigación en el campo.
Oportunidades
<ol style="list-style-type: none"> 1. Es urgente clarificar el procedimiento para el acceso regulado a los recursos genéticos tanto para colecta como explotación para permitir a los investigadores desarrollar su trabajo en un marco de seguridad jurídica y no desincentivar el interés de posibles inversores en sus resultados. 2. Es clave desarrollar las plataformas de estudios genómicos, como los ya existentes del Centro Nacional de Secuenciación Genómica, Bioinformática y GeBix, e impulsar la creación de una plataforma nacional de estudios proteómicos, con el fin de centralizar los estudios de caracterización molecular de la biodiversidad de Colombia ofrecer un repositorio de conocimiento generado. 3. Es necesario despertar y fomentar el interés de las empresas en buscar innovaciones en el sector investigador biotecnológico. En vez de hipotetizar problemas a los que busca soluciones, el intercambio proporcionaría a los investigadores especificaciones concretas de tecnologías necesarias con mayor potencial transferible rompiendo la brecha que parece existir entre ambos sectores. 4. Incentivar la formación de un mayor porcentaje de doctores aprovechando el gran número de estudiantes de pregrado que trabajan en los grupos de investigación permitiría disponer de más personal con las capacidades necesarias para enfrentarse a proyectos innovadores y ambiciosos con autonomía y llevarlos hasta puntos de desarrollo más avanzados. En un futuro, estos doctores podrían reforzar el perfil innovador de las empresas privadas
Fortalezas
<ol style="list-style-type: none"> 1. Existen grupos científicos con una muy buena preparación trabajando en grupos bien conectados nacional e internamente. 2. Este capital humano es la sólida base en la que debe apoyarse el crecimiento de la industria biotecnológica colombiana. 3. Los investigadores entrevistados muestran inquietud e interés por participar en iniciativas empresariales nacientes.
Amenazas
<ol style="list-style-type: none"> 1. Existe un riesgo de que un aumento de fondos dedicados a la I+D no se mantenga en el tiempo, dificulte la consolidación de los niveles actuales y no incentive a los investigadores a embarcarse en proyectos ambiciosos que necesiten de largos plazos de demostración para generar resultados aptos para su transferencia. 2. Existe el riesgo de diluir este esfuerzo en proyectos orientados a demasiadas innovaciones de valor local en vez de concentrarse en el desarrollo de proyectos de alcance global en campos en los que Colombia parte de una posición ventajosa (e. g. Agroindustria, biodiversidad o medicamentos y diagnósticos para enfermedades tropicales).

Fuente: Innpulsa, 2013

Asimismo, la tabla 4 describe el análisis DOFA correspondiente a las capacidades de transferencia tecnológica en biotecnología, y de ésta se establece que el grupo de investigación Biotecnología UNIAGRARIA y los semilleros de investigación que apoyan el programa de biotecnología (PROEFAL y SIESPRO) deben:

1. Elaborar material didáctico que fomente la comercialización tecnológica y la creación de empresas nacientes de base tecnológica.
2. Concentrar esfuerzos en medidas de medio y alto impacto, no demasiado locales, que permitan potenciar el interfaz entre investigación orientada y desarrollo.

Tabla 4. Análisis DOFA sobre capacidades de transferencia tecnológica en biotecnología

Debilidades
<ol style="list-style-type: none"> 1. Aún se cuenta con poca experiencia en la transferencia de resultados de la investigación y en particular, en la colaboración público privada, la comercialización tecnológica y la creación de empresas nacientes de base tecnológica. 2. El interés privado por colaborar con las universidades es menos intenso de lo deseable para mantener un proceso fluido que fomente la transferencia eficaz de conocimiento al tejido productivo. 3. Se echan de menos incentivos y facilidades para motivar la participación del personal investigador público en procesos de transferencia tecnológica y en particular su participación en empresas de nueva creación.
Oportunidades
<ol style="list-style-type: none"> 1. Existen iniciativas interesantes para agilizar los procesos de tecnología como son la aparición de interfaces tecnológicos y alianzas (Biointropic, Plantta, Connect Bogotá) y la de organismos de apoyo y formación de emprendedores (SENA – Tecnoparques) que pueden complementar el trabajo de las universidades. 2. Existe la oportunidad de coordinar eficientemente éstas para dotar al país de redes de excelencia especializada en transferencia y en particular, en la comercialización de innovaciones en áreas clave (ej. Sanitarias, agropecuarias, biodiversidad). 3. Sería de interés proporcionar mayor formación entre los procesos de transferencia tecnológica en las universidades y hacer participe de estos esfuerzos al tejido industrial, quizás aprovechando el ejemplo de SENA.
Fortalezas
<ol style="list-style-type: none"> 1. Existe una fuerte conciencia entre las universidades y los organismos de investigación tanto públicos como privados en la importancia de aprovechar el conocimiento científico y tecnológico para fines prácticos y su transferencia al mercado. 2. La mayoría de las instituciones analizadas cuentan con estructuras dedicadas a fomentar la transferencia tecnológica y ofrecer la mayoría de servicios esperables en oficinas de transferencia.
Amenazas
<ol style="list-style-type: none"> 1. Existe el riesgo de concentrar esfuerzos en medidas de bajo impacto o demasiado locales enfocadas al emprendimiento obviando problemas clave como la dotación de fondos en cantidad y concentración suficiente que permitirían potenciar el interfaz entre investigación orientada y desarrollo. Estas inversiones son necesarias para completar las pruebas de concepto y atraer inversores especializados. 2. Al existir todavía una producción modesta de innovaciones patentables que capten el interés de socios industriales e inversores, es importante dimensionar las actividades de transferencia buscando la máxima eficiencia y colaboración entre entidades. Esto ayudaría a conseguir la mayor cantidad y especialización posible y atraer talento con experiencia comercial. 3. Existe un riesgo de inmovismo con respecto al proceso de acceso a recursos genéticos que no debería confundir el control sobre un buen uso de estos recursos con la eficiencia de los trámites que permita aprovechar su valor. La situación actual presenta incertidumbre e inseguridad jurídica y por lo tanto ahuyenta a inversores internacionales que podrían estar interesados.

Fuente: Innpulsa, 2013

Panorama Uniagrarista

Aspectos misionales

1. **Sustentabilidad ambiental⁴**: La biotecnología favorece el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales de la región y eleva la productividad y producción de bienes y servicios en diferentes áreas de la vida diaria (Sharry, 2017). En lo temporal, la sustentabilidad ambiental requiere determinar si las fluctuaciones cambian de signo, ya que la cuestión de los plazos es básica para prever aceleraciones de procesos que podrían tender a alterar la estabilidad; en lo tecnológico se define si una determinada sociedad, dado su acervo tecnológico en un estadio de desarrollo, puede equilibrar artificialmente el coste ecológico de las transformaciones; y en lo financiero, para compensar las salidas de los sistemas involucrados en los procesos de desarrollo, se hace necesario posibilitar la entrada de recursos y energía (insumos), ya que una sociedad que no posee o le es muy costoso adquirirlos, tendrá menos posibilidad de efectuar transformaciones sustentables (Gligo, 2012).
2. **Cultura del emprendimiento⁵**: La biotecnología moderna ofrece la oportunidad de convertir la biodiversidad en factor de desarrollo económico y social a través de su valoración, uso sostenible y conservación (García y Machinea, 2005). Así mismo, la biotecnología es considerada un instrumento de apoyo al desarrollo empresarial (Departamento Nacional de Planeación, 2004). El modelo lineal explica la dinámica en los emprendimientos de base biotecnológica, y en consecuencia, para obtener una innovación, se requiere realizar I+D y contar con inversión (Anilló y Fuchs, 2014). Las empresas asociadas a la innovación en biotecnología son empresas que desarrollan patentes, publican y generan conocimiento; no necesariamente están asociadas a una institución educativa, aunque buena parte de ellas surgen a partir de grupos académicos. Normalmente se espera el desarrollo intensivo y activo de la tecnología antes de desarrollarla y transferirla (Trejo *et al.*, 2011). En general, los emprendimientos biotecnológicos locales requieren para el desarrollo de sus iniciativas: una planta de personal reducida pero con alta calificación, fuertes vínculos con el sector académico y aportes financieros del sector público (Anilló y Fuchs, 2014). De acuerdo con las condiciones políticas, económicas, sociales, culturales y tecnológicas de cada región y universidad, se encuentran diversas estrategias y

4 Administración eficiente y racional de los recursos naturales, de manera tal que sea posible mejorar el bienestar de la población actual sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras (Calderón, 2007). Incorpora tres conceptos a saber: lo temporal, lo tecnológico y lo financiero (Gligo, 2012).

5 Manera de pensar y actuar, orientada hacia la creación de riqueza, a través del aprovechamiento de oportunidades, del desarrollo de una visión y de un liderazgo equilibrado, de la gestión de un riesgo calculado, cuyo resultado es la creación de valor que beneficia a los emprendedores, la empresa, la economía y la sociedad.

mecanismos para la innovación colaborativa: *spin off*, *spin out*, *start ups*, investigaciones aplicadas conjuntas e incubadoras de empresas. Tanto las organizaciones como las universidades requieren de un alto grado de flexibilidad y capacidad de aprendizaje para relacionarse a partir de sus capacidades e intereses (Morales *et al.*, 2012).

3. **Desarrollo regional⁶ con enfoque territorial⁷**: La biotecnología puede considerarse una tecnología clave y de gran impacto en distintos sectores económicos (químico, textil, papelería, agroalimentario y farmacéutico, entre otros); para el desarrollo de productos se requiere tiempo y esfuerzo (Escorsa, 2007). Es una de las cinco (Agroenergías, Biotecnología-Biodiversidad, Seguridad Alimentaria, Sostenibilidad, Variabilidad y Cambio Climático) megatendencias clave en CTI para el sector agroindustrial (Morales y Flórez, 2016). Su alcance en el sector agroindustrial comprende la biotecnología verde o agrícola, la cual abarca tecnologías como manipulación de genes, transferencia de genes, tipificación del ADN, clonación de plantas y clonación de animales, focalizada en incrementar la producción agropecuaria, obtener cultivos e inventario pecuario más eficiente, disminuir la necesidad de agroquímicos, y promover el consumo de alimentos modificados genéticamente (Red de desarrollo sostenible - RDS, 2016). El Plan Estratégico de CTI del Sector Agroindustrial Colombiano, tiene los siguientes objetivos: 1.- Incrementar la productividad y competitividad; 2.- Contribuir a mejorar la seguridad alimentaria; 3.- Promover el desarrollo de sistemas productivos ambientalmente sostenibles; 4.- Fortalecer el capital social, las capacidades del sistema y el relacionamiento de sus actores (Uribe, 2016). La tabla 5 presenta las necesidades priorizadas de la Agenda Dinámica Nacional de I+D+I, y a continuación, se relacionan las temáticas de las dos áreas con mayor número de demandas priorizadas en el Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano (2017 - 2027): 1.- Manejo cosecha, postcosecha y transformación; 2.- Socioeconomía, inteligencia competitiva y desarrollo empresarial.

6 Concepto inherente a la transición de un nivel económico concreto a otro más avanzado dentro de una zona geográfica determinada. Se debe traducir en un incremento del bienestar que se expresa en indicadores económicos, sociales e institucionales. Este tipo de desarrollo forma parte del desarrollo general del país, por lo que su estudio contribuye a comprender los diversos fenómenos socioeconómicos nacionales y de solución a muchas de las problemáticas a esa escala (Rosales, 2010).

7 Se refiere al territorio considerado como un conjunto socioeconómico integrado por hombres y mujeres, recursos, conocimientos técnicos, etc. Aporta una visión "global" y nueva de la zona de intervención que sirve de base para definir un plan de acción local adaptado a la situación territorio. Una vez definido el "territorio – proyecto", conviene establecer su perfil mediante la evaluación de su "capital" y la formulación de un diagnóstico para establecer las estrategias de desarrollo (European Commission, 2001).

Tabla 5. Necesidades priorizadas en la Agenda Dinámica Nacional de I+D+i

Cadena	No. demandas	No. dptos	Demandas priorizadas	No. Demandas	No. Cadenas
Hortalizas	501	13	Manejo cosecha, postcosecha y transformación	528	33
Cacao	241	18	Socioeconomía, inteligencia competitiva y desarrollo empresarial	331	32
Panela	198	12	Material de siembra y mejoramiento genético	354	33
Láctea	198	13	Manejo del sistema productivo	337	32
Carne Bovina	156	9	Calidad e inocuidad de insumos y productos	276	27
Acuícola	131	9	Transferencia de tecnología, asistencia técnica e innovación	275	32
Cítricos	127	10	Manejo sanitario y fitosanitario	266	34
Café	127	7	Manejo ambiental y sostenibilidad	215	30
Ovino-caprina	125	8	Manejo de suelos y aguas	209	26
Aguacate	125	9	Sistemas de información, zonificación y georreferenciación	188	29
Frutales	118	6	Fisiología vegetal y nutrición	121	20

Fuente: Uribe, 2016

En manejo cosecha, postcosecha y transformación se requiere trabajar en:

- Bioprospección para el desarrollo de la agroindustria.
- Mejoramiento, estandarización y validación de los procesos.
- Métodos y protocolos de manejo de cosecha y poscosecha.
- Validación, ajuste y TT en infraestructura (equipos, sistemas, plantas piloto, maquinaria, herramientas e instrumentos).
- Valoración de los bienes y servicios ecosistémicos asociados a las cadenas productivas.
- Diversificación en la utilización y aprovechamiento integral de los residuos y subproductos.

- Oferta de productos innovadores con valor agregado.
- Fortalecimiento de los procesos de inspección, vigilancia y control.
- Aseguramiento de la calidad a través de buenas prácticas de cosecha y poscosecha.
- Nuevos procesos y normas para la elaboración, control, seguimiento y certificación de productos y subproductos.
- Sistemas de distribución y comercialización según condiciones locales y regionales.
- Estandarización de procesos de producción.
- Producción de materiales para empaques, envases y embalaje de productos.
- Uso de energías alternativas (Uribe, 2016)

En Socioeconomía, inteligencia competitiva y desarrollo empresarial se requiere:

- Implementación de un sistema integrador generador de reportes e indicadores, con información de las cadenas (áreas sembradas, producción, mercados, precio), para la toma de decisiones.
- Estrategias específicas en técnicas de mercado y comercialización acorde con las tendencias.
- Ajuste de modelos de emprendimiento, gestión empresarial, modelos productivos y comercialización
- Fortalecimiento de asociaciones de pdn y comercialización, vinculadas al gremio, la cadena y los mercados.
- Estrategias de empresarización, formalización, asociatividad, infraestructura, modelos de negocios.
- Caracterización social, económica, ambiental y cultural de las unidades productivas, el desarrollo empresarial y los nichos para la comercialización.
- Estudios de mercado, vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, hábitos de consumo y preferencias de productos novedosos.
- Fortalecimiento de la estructura organizacional de productores, redes comerciales o redes de conocimiento.
- Implementación de políticas públicas para la competitividad de las cadenas productivas.
- Herramientas que propicien el relevo generacional (Uribe, 2016).

Aspectos curriculares

El programa de Ingeniería de Alimentos está orientado bajo los siguientes principios:

1. **Cadenas productivas:** La Ley 811 de 2003 modificó la Ley 101 de 1993, creó las organizaciones de cadena en el sector agropecuario, pesquero, forestal y acuícola (tabla 6), y creó las Sociedades Agrarias de Transformación (SAT).

Tabla 6. Cadenas productivas

Nivel	Con la participación de	En los sectores de
Nacional	Empresarios, gremios y organizaciones	Producción
De zona o región productora	Gobierno Nacional, local y regional	Transformación
Producto o grupos de productos		Comercialización
Inscritas con acuerdos de competitividad en:		Distribución
Mejora de la productividad y competitividad; desarrollo del mercado de bienes y factores de la cadena; disminución de costos de transacción entre los agentes de la cadena; desarrollo de alianzas estratégicas; mejora de la información entre los agentes de la cadena; vinculación de los pequeños productores y empresarios a la cadena; manejo de recursos naturales y medio ambiente; formación de recurso humano; investigación y desarrollo tecnológico.		Proveedores de servicio e insumos

Fuente: Ley 811 de 2003.

Se subdividen en eslabones, los cuales comprenden conjuntos de empresas con funciones específicas dentro del proceso productivo (productores de materia prima, transportadores, acopiadores, procesadores industriales, distribuidores y el consumidor final). Hacen parte del marco conceptual de competitividad y "acumulación flexible" y se diferencian de los clúster porque estos últimos van más allá del concepto de cadenas productivas, al contribuir con la conformación de redes de cooperación concentradas en un lugar geográfico específico, en las cuales cada uno de los integrantes aporta a la generación de valor agregado, tanto horizontal como verticalmente, convirtiéndose en una herramienta analítica para el diseño de políticas (Isaza, 2009). Actualmente en el país existen iniciativas regionales como el *clúster* Bioindustrial del Valle del Cauca, el ejercicio prospectivo en Biotecnología y Salud de Antioquia y la iniciativa de Bioprogreso en la región Bogotá – Cundinamarca. Y los sectores de la industria manufacturera colombiana que usan procesos biotecnológicos son: 1.- Pulpa, papel, cartón, industria gráfica, industria editorial; 2.- Textiles; 3.- Alimentos (Cerón, 2011). De otro lado, las tendencias globales de aumento de la producción agraria se encuentran estrechamente vinculadas a los permanentes avances en biotecnología. Varias empresas multinacionales dedicadas a los agronegocios, así como instituciones estatales y mixtas de los principales países productores, están abocadas a desarrollar mejoramientos genéticos (Anino y Pizzo, 2016).

2. **Producción y calidad industrial:** La Revolución industrial dio lugar a grandes núcleos urbanos que requirieron suministro constante de materias primas de gran variedad, en condiciones higiénicas y de conservación; así, la industria alimentaria dejó de ser artesana y comenzó a tecnificarse, evolucionando para incorporar métodos de producción y tecnologías avanzadas, en respuesta a un cambio constante en las necesidades del consumidor y a la continua urbanización de los habitantes del planeta (Abdullah, 2007). En los últimos años, la prioridad de las políticas económicas de Colombia se han basado en la promoción de tratados de libre comercio conllevando a que la industria de procesados haya crecido un 200%, siendo, más de la mitad de este tipo de alimentos, importados de países como Bélgica, Holanda, Chile, EEUU y Canadá (Plexga, 2014). Los estudios agroalimentarios sugieren que la producción está cada vez más concentrada en productores relacionados, mediante contratos, con industrias y que sobreviven aquellos que poseen economías de escala razonables; en lo concerniente a la distribución, se indica que las grandes cadenas de supermercados, tienen cada vez más un papel decisivo en el comercio mayorista; y finalmente, los consumidores son cada vez más dependientes, por lo que reducen su capacidad de negociación en relación con la gran cantidad de estrategias de comercio y producción de la industria alimentaria (Vendruscolo *et al.*, 2015). En relación con la fabricación, el Departamento Nacional de Estadística – DANE, registró para el 2015, una variación positiva del 14,3% para productos alimenticios y una del 7,8 para bebidas, con respecto al año anterior, corroborando el comportamiento creciente del sector. En general, la producción de leche, ha sido sostenible en el país, con baja competitividad frente a otros países productores; el consumo de carnes ha aumentado, aunque no se observa un alto consumo de pescados ni de mariscos, productos cuya importación ha subido desde el 2010. La tendencia de consumo actual, se direcciona hacia la compra de alimentos procesados, fáciles de preparar, rápidos, que se puedan llevar, y que tengan empaques amigables con el ambiente. Asimismo, han subido más del doble las ventas de comidas rápidas (Pexga, 2014). De otro lado, la calidad es una combinación de diversas características o factores, cuya suma da la calidad global. Estos factores pueden ser higiénicos y sanitarios, sensoriales, nutritivos o cuantitativos. Tradicionalmente el control de calidad de la producción se limitaba al control del producto terminado; sin embargo, una vez que el producto ha sido sometido a un proceso de fabricación, poco puede hacerse para variar su calidad, razón por la cual actualmente el control de calidad abarca el control de materias primas, el control de proceso y la inspección del producto terminado. Hoy, la norma ISO 22000:2005, puede ser considerada como una herramienta de gestión que liga la seguridad alimentaria a los procesos de negocio, promueve el análisis de los clientes e implementa el concepto de productividad (Abdullah, 2007). En lo que se refiere a la biotecnología, el mercado de las enzimas, en el procesamiento de alimentos y bebidas

es importante debido a que posibilitan un gran número de aplicaciones: horneado de pan, fabricación de queso, preparación de hidrolizados de proteína, mejora la vida de anaquel, elaboración de cerveza, clarificación de bebidas, entre otras (Cueto *et al.*, 2014). Asimismo, los bioprocesos permiten cubrir de manera integral las necesidades específicas de muchas empresas de alimentos. Entre las múltiples aplicaciones de estos bioprocesos, se observó desarrollo en: 1.- La obtención de microorganismos de interés industrial; 2.- La obtención de compuestos de interés a partir de subproductos y productos intermedios; 3.- El estudio de la producción controlada de principios activos de alto valor añadido (Ainia, 2005). En el área de ingredientes, se encuentran los siguientes estudios: Diseño de péptidos con selectividad para atacar las células cancerígenas, a partir de la proteína lactoferrina bovina; evaluación del sinergismo existente entre el extracto de arce y la potencia antimicrobiana de antibióticos como ciprofloxacina y carbenicilina; reducción del contenido graso de un cupcake (Observatorio Virtual de Transferencia de Tecnología, 2017). La visión 2019 reconoce la necesidad de establecer la biotecnología como una de las prioridades de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación; así como el papel de ésta para la generación de nuevos productos más acordes con las necesidades productivas del país (Departamento Nacional de Planeación, 2011).

3. **Seguridad alimentaria⁸ e inocuidad⁹**: La seguridad alimentaria debe abordarse desde la perspectiva de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación, en los procesos productivos para asegurar la calidad e inocuidad de los alimentos, el manejo sanitario y fitosanitario de las producciones agropecuarias, el aprovechamiento de subproductos de dichas producciones, la diversificación y los nuevos usos de productos, el desarrollo de productos innovadores, funcionales, cultivos energéticos, la evidencia científica para sustentar medidas sanitarias y fitosanitarias para el comercio interior y exterior, las normas de calidad, los procesos de cosecha, poscosecha, los procesos logísticos y de comercialización y manipulación, los procesos de gestión de conocimiento para el cambio técnico, entre otros (RDS, 2016). La seguridad alimentaria se evalúa indirectamente a través del índice global del hambre (GHI – Global Hunger Index); Colombia presentó, en el 2016, un índice global de hambre igual a 8,5 (bajo). Desde este punto de vista y teniendo en cuenta las tendencias mundiales (En el 2050, la población habrá crecido un 50%; más personas buscarán tener dietas variadas; la producción agrícola deberá duplicarse en los

8 Existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a alimentos a fin de llevar una vida activa y sana (FAO, 2007).

9 La inocuidad de los alimentos puede definirse como el conjunto de condiciones y medidas necesarias durante la producción, almacenamiento, distribución y preparación de los alimentos para asegurar que, una vez ingeridos no representen un riesgo apreciable para la salud. La inocuidad es un aspecto de la calidad (MinSalud, 2013).

próximos 40 años; menos superficies para cultivo, la tierra cultivable es limitada y no puede crecer arbitrariamente; la agricultura tendrá que ajustarse a un menor consumo de agua; periodos de sequías e inundaciones con impacto en la pérdida de cosecha en algunas regiones; la agricultura deberá contribuir a la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero; la biomasa de plantas deberá emplearse como base para la producción de la energía del futuro, dado su potencial de crecimiento constante y su bajo impacto en la producción de CO₂), la biotecnología puede desarrollarse en los siguientes campos: técnicas modernas de cultivo para el desarrollo sostenible de la agricultura; ingeniería genética en el cultivo de plantas; investigación en genómica funcional para expandir el conocimiento sobre los procesos biológicos moleculares complejos de las plantas; investigación relacionada con rasgos de especies vegetales de interés en agricultura; contribución a la bio-fortificación de alimentos; producción de mayor biomasa como base para la producción de biocombustibles, amigable ambientalmente; utilización más eficiente de nutrientes del suelo; políticas y marcos legales y regulatorios asociados al desarrollo de la biotecnología para la agricultura (Tinjacá, 2013).

4. **Acceso a mercados¹⁰**: Colombia tiene economías familiares especializadas que requieren atención preferente del Estado con políticas y estrategias que busquen su fortalecimiento y estabilidad en el panorama rural y en los mercados de alimentos; economías amenazadas por diversos factores del contexto macroeconómico, acuerdos comerciales y el conflicto armado que se mantiene en las áreas rurales (Machado y Botello, 2013). El valor del Índice de Desarrollo Humano (IDH) en el 2014 fue de 0,720 (alto); sin embargo, cuando se descuenta dicho valor por la desigualdad, desciente a 0,542 (bajo) con un coeficiente de desigualdad del 24,1% (UNDP, 2015). La creciente demanda de alimentos hace cada vez más necesario abrir espacios para el comercio justo entre pequeños productores y mercados; por lo que la estrategia clave apunta a mejorar la cadena de valor y el acceso de los mercados del sector de la pequeña producción; y para ello, se plantearon las siguientes actividades: 1.- Eliminar el analfabetismo rural dándole herramientas básicas que le permitan organizarse, capacitarse y participar en la toma de decisiones de su actividad productiva; 2.- Capacitación técnica, administrativa y organizacional como factores que impulsan al productor a entrar en sistemas más organizados y justos de mercadeo; 3.- Fortalecer el sistema de información agropecuario que permita encontrar información confiable del comportamiento del mercado, volúmenes, precios, cartera de compradores, cartera de productores, etc.; 4.- Elaborar un contrato donde el productor se comprometa a entregar de acuerdo a la calidad, cantidad y tiempos requeridos, pero

¹⁰ Condiciones impuestas por los gobiernos con arreglo a las cuales un producto puede entrar en un país sin ser objeto de discriminación (Organización Mundial de Comercio).

que también denote la corresponsabilidad del intermediario de asumir riesgos y pérdidas en la producción, lo cual requiere de un instrumento de política pública que ampare la negociación, la responsabilidad y el compromiso con el pequeño productor; 5.- Apoyo financiero para pequeños productores que no son sujeto de crédito debido a las condiciones precarias en las que producen (Hruska, 2013). La tabla 7 relaciona algunas metodologías encaminadas a fortalecer la alianza entre productores con actitud emprendedora y mercados con actitud empresarial responsable.

Tabla 7. Metodologías para fortalecer la alianza entre productores y mercados

Metodología	Referencia
Encadenamientos eco-empresariales: permite identificar al productor, en función de su actividad, a partir de un diagnóstico de línea base. Una vez identificada la persona se desarrolla un plan de negocios y se invierte en asistencia técnica. Posteriormente, se identifica al comprador. Indicadores: Medición de empleos generados. Ganancia comprobada con facturas.	Hruska, 2013
Metodología link: Cadena de valor (Visualizar relaciones e interconectar factores; funcionamiento de la cadena), modelo empresarial (análisis del funcionamiento de un eslabón específico, forma en que la organización genera, entrega y captura valor); modelos empresariales incluyentes (mecanismos estructurales, inclusión, durabilidad y estabilidad, selección de las áreas de mejoramiento); Ciclo prototipo (proceso de aprendizaje cíclico).	CIAT, 2012
Iniciativas Clúster: Aspectos comunes de los procesos de desarrollo local; estrategia de desarrollo local como un enfoque integral; realización del diagnóstico; definición de objetivos estratégicos y específicos (árbol de problemas, análisis de objetivos, definición de objetivos); definición de estrategia de desarrollo local; elaboración de un plan de inversiones.	Silva, 2003

Con respecto a Socioeconomía, inteligencia competitiva y desarrollo empresarial, se requiere:

- Implementación de un sistema integrador generador de reportes e indicadores, con información de las cadenas (áreas sembradas, producción, mercados, precio), para la toma de decisiones.
- Estrategias específicas en técnicas de mercado y comercialización acorde con las tendencias.
- Ajuste de modelos de emprendimiento, gestión empresarial, modelos productivos y comercialización
- Fortalecimiento de asociaciones de pdn y comercialización, vinculadas al gremio, la cadena y los mercados.
- Estrategias de empresarización, formalización, asociatividad, infraestructura, modelos de negocios.
- Caracterización social, económica, ambiental y cultural de las unidades productivas, el desarrollo empresarial y los nichos para la comercialización.

- Estudios de mercado, vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, hábitos de consumo y preferencias de productos novedosos.
- Fortalecimiento de la estructura organizacional de productores, redes comerciales o redes de conocimiento.
- Implementación de políticas públicas para la competitividad de las cadenas productivas.
- Herramientas que propicien el relevo generacional (Uribe, 2016).

La biotecnología es un sector horizontal que incide en gran variedad en las industrias, generando productos de alto valor añadido, produciendo mejoras en la productividad y repercutiendo en la calidad de vida de las personas y en el medio ambiente (Plataforma de mercados biotecnológicos, 2012). En Colombia, la biotecnología (en particular cosmoceútica, farmacéutica y nutraceútica) y el biocomercio¹¹ están insertos en la categoría de Negocios Verdes: Uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales; cuya estrategia de emprendimiento se dirige prioritariamente hacia la promoción de empresas en temas como uso eficiente de energía, adaptación al cambio climático, manejo de residuos, tecnologías más limpias, materiales de construcción sostenible, uso sostenible de la biodiversidad, biotecnología y agroindustria (Abello, 2013).

5. **Sostenibilidad ambiental¹²** : En Latinoamérica, como en el resto del mundo, ha sido dominante el enfoque normativo para atender los asustos de sostenibilidad ambiental y hacer frente a la insostenibilidad de los patrones de producción y consumo. Implica mantener un patrimonio natural suficiente que permita el desarrollo económico y social dentro de una capacidad productiva del planeta, aumentando el bienestar humano, protegiendo los ciclos vitales del oxígeno, el agua y los nutrientes, así como las fuentes de materias primas utilizadas, y asegurando los sumideros de residuos. Además, la biodiversidad, se ha revelado como un banco de recursos genéticos, de gran valor económico, que son materia prima para las industrias farmacéuticas y de alimentos (De Miguel y Tavares, 2015). Los problemas ambientales relacionados con las actividades de la industria de alimentos, en particular, pueden prevenirse con el apoyo de disciplinas como química verde, ingeniería verde, diseño integrado de la cuna a la cuna, ecología industrial y biomimética. Y si el proceso no ha sido diseñado bajo el principio de sostenibilidad ambiental, puede utilizarse la estrategia conocida

11 Conjunto de actividades de recolección y/o producción, procesamiento y comercialización de bienes y servicios derivados de la biodiversidad nativa (recursos genéticos, especies y ecosistemas), bajo criterios de sostenibilidad ambiental, social y económica (Abello, 2013).

12 Sostenibilidad es la capacidad de continuar indefinidamente un comportamiento determinado. Por ende, sostenibilidad ambiental significa conservar y proteger el medio ambiente de forma indefinida (Econoticias, 2017).

como Producción más limpia (PML) con la finalidad de contribuir al desarrollo sostenible (Loayza y Silva, 2013). A nivel empresarial, el manejo ambiental permite incrementar la producción y por ende las ventas de aquellos negocios que contemplan el sistema de gestión ambiental (Carranza, 2016). La política de competitividad y productividad definida por la Comisión Nacional de Competitividad (2008), propone que en 2032 Colombia sea uno de los tres países más competitivos de América Latina y para ello, la comisión consideró 15 temas que han sido condierados como cruciales; dentro de estos, está el denominado "Sosteibilidad ambiental como factor de competitividad", situación que resulta beneficiosa para el sector del Biocomercio. La visión 2019 reconoce el potencial que ofrece la biotecnología para el uso sostenible con fines comerciales de los recursos biológicos y genéticos de la biodiversidad. De otra parte, la biotecnología amplía el potencial de aprovechamiento de la biodiversidad, bien sea como fuente de genes, proteínas, metabolitos, organismos y ecosistemas. La innovación biotecnológica introduce metodologías y técnicas que aceleran el conocimiento de los procesos biológicos y facilitan su utilización en bienes y servicios. Las ómicas, la bioinformática, la biología sintética y la biología de sistemas pueden mejorar y acelerar las actividades de bioprospección, facilitando un uso más amplio y sostenible de la biodiversidad, tener mayor control sobre el uso de los recursos y contar con mayor capacidad de aprovechamiento productivo, comercial y sostenible de los mismos (Departamento Nacional de Planeación, 2011).

Ahora bien, considerando que la biotecnología tiene naturaleza multidisciplinaria y que es una ciencia transversal, la formación biotecnológica del Ingeniero de Alimentos Uniagrarista, se desarrolla a lo largo del plan de estudios y busca convertirlo en un profesional capaz de evaluar con criterios tanto técnicos como éticos, la biotecnología y su implementación en el sector alimentario (Tablas 8 a 17).

Tabla 8. Primer periodo académico

Curso	Tipo	Aporta
Matemática básica	Obligatoria	Competencias para analizar críticamente los resultados y derivar conclusiones.
Química general	Obligatoria	Contenidos sobre ácidos, bases, pH y soluciones amortiguadoras, competencias en pensamiento científico
Introducción a la Ingeniería de Alimentos	Obligatoria	Definiciones de biodiversidad, química verde, ingeniería verde, diseño integrado de la cuna a la cuna, biomimética y producción más limpia.

Tabla 9. Segundo periodo académico

Curso	Tipo	Aporta
Química orgánica	Obligatoria	Habilidades para la identificación de grupos funcionales presentes en metabolitos, competencias en pensamiento científico
Ecología	Obligatoria	Contenidos en ecosistemas y sus alteraciones; ciclos biogeoquímicos; microorganismos en el entorno ambiental; tecnologías de mitigación y producción más limpia
Principios de seguridad alimentaria	Obligatoria	Definición de los Organismos Genéticamente Modificados y biotoxinas. Manera como puede ayudar la biotecnología a las personas afectadas por el hambre. Cultivos de OMG que se están cultivando y ensayando.
Introducción a la investigación	Obligatoria	Competencias en pensamiento científico; investigación y bioética.

Tabla 10. Tercer periodo académico

Curso	Tipo	Aporta
Física mecánica	Obligatoria	Competencias en pensamiento científico
Sistemas agroindustriales	Obligatoria	Conocimientos sobre el <i>clúster</i> bioindustrial; mercados verdes y biocomercio
Análisis de alimentos	Obligatoria	Conocimientos sobre el uso de la espectrofotometría para la cuantificación de metabolitos secundarios y detección de agentes nocivos

Tabla 11. Cuarto periodo académico

Curso	Tipo	Aporta
Física eléctrica y magnética	Obligatoria	Competencias en pensamiento científico
Balance de materia y energía	Obligatoria	<i>Yields</i>
Bioquímica	Obligatoria	Contenidos sobre biomoléculas: clasificación, estructura, función, metabolismo y separación. Reflexiones críticas sobre ciencias de la vida.
Economía	Obligatoria	Bioeconomía

Tabla 12. Quinto periodo académico

Curso	Tipo	Aporta
Diseño de experimentos	Obligatoria	Diseño de Plackett Burman
Microbiología general	Obligatoria	Contenidos en morfología y fisiología de las estructuras microbianas; nutrición, crecimiento y muerte microbiana; taxonomía microbiana; caracterización bioquímica y fermentativa de un microorganismo.
Lácteos	Cadena Agroalimentaria I - Electiva	Probióticos; productos lácteos fermentados; genética y biotecnología en la cadena de valor del sector lácteo; componentes bioactivos para productos lácteos con propiedades saludables; productos lácteos innovadores por la incorporación de nuevos ingredientes.
Aguas y Bebidas	Cadena Agroalimentaria I - Electiva	Bebidas fermentadas; biofiltración y biorremediación para el tratamiento de aguas residuales.
Oleaginosas y cereales	Cadena Agroalimentaria I - Electiva	Mejoramiento genético y biotecnológico de plantas

Tabla 13. Sexto periodo académico

Curso	Tipo	Aporta
Fisicoquímica	Obligatoria	Reología
Microbiología para Ingenieros de Alimentos	Obligatoria	Habilidades para la determinación del tiempo de destrucción térmica (TDT) y del punto de muerte térmica (PMT) en microorganismos. Fundamentos de la microbiología predictiva
Cárnicos	Cadena Agroalimentaria II - Electiva	Bacterias ácido lácticas; procesos fermentativos; bacteriocinas; biotecnología para el mejoramiento genético del animal.
Piscícola, avícola y ovina	Cadena Agroalimentaria II - Electiva	Biotecnología aplicada a la acuicultura, la avicultura y la ovicultura.
Productos para alimentación animal	Cadena Agroalimentaria II - Electiva	Biotecnología para una alimentación animal más sostenible; ensilaje.

Tabla 14. Séptimo periodo académico

Curso	Tipo	Aporta
Nutrición y alimentos funcionales	Obligatoria	Contenido en tipos de alimentos funcionales; aplicación de los alimentos funcionales; nutrigenómica
Química de alimentos	Obligatoria	Uso de las enzimas en la industria de alimentos; alimentos con organismos vivos o viables; alimentos procedentes de OGMs; uso de aditivos en productos fermentados; la fermentación como modificación química.
Hortofrutícola	Cadena agroalimentaria III - Electiva	Industria de la biotecnología aplicada al sector hortofrutícola. Ejemplos: industria del vino; mejoramiento genético; encurtidos fermentados y control de enfermedades.
Plantas aromáticas, medicinales, condimentarias y aceites esenciales	Cadena agroalimentaria III - Electiva	Biología en plantas medicinales y aromáticas. Ejemplos: marcadores moleculares, cultivo de tejidos, biorreactores, ingeniería metabólica, disponibilidad de genes, transformación genética, acceso al recurso genético.
Dulces y confitería	Cadena agroalimentaria III - Electiva	Uso de la biotecnología en la industria de dulces y confites. Ejemplos: Uso de enzimas; prebióticos; antioxidantes.

Tabla 15. Octavo periodo académico

Curso	Tipo	Aporta
Calidad e inocuidad agroalimentaria	Obligatoria	Evaluación de la inocuidad de los alimentos genéticamente modificados.
Toxicología	Electiva de profundización I	Conocimientos en factores antinutricionales, alérgenos alimentarios, agentes infecciosos y biotoxinas
Principios de biotecnología	Electiva de profundización I	Conocimientos sobre ciencia, tecnología e innovación biotecnológica; bioprocesos; biología molecular; ómicas.
Procesos de innovación	Electiva de profundización I	Sistemas de innovación biotecnológica.
Tratamiento de aguas residuales	Electiva de profundización I	Conocimientos relativos al tratamiento de aguas residuales por biorremediación y fitorremediación.
Legislación internacional	Electiva de profundización II	Codex Alimentarius: Alimentos derivados de la biotecnología.
Programación	Electiva de profundización II	Solución de balances de materia y energía en bioprocesos, regresiones, soluciones de problemas con transferencia de masa y de calor; problemas de valor inicial; simulación de biorreactores
Ingeniería del envasado	Electiva de profundización II	Estudio de caso: Ingeniería del envasado de champiñones, orellanas u otro hongo.
Producción más limpia	Electiva de profundización II	Empleo de enzimas en los procesos de manejo de residuos o en la fabricación de productos. Estudios de caso: Extracción de aceite de colza o de oliva.
Emprendimiento e innovación	Obligatoria	Mercados verdes y biocomercio; uso de la biodiversidad agrícola, la biotecnología y la bioética en la lucha contra el hambre y la pobreza.

Tabla 16. Noveno periodo académico

Curso	Tipo	Aporta
Distribución de planta	Obligatoria	Estudio de caso. Ejemplo: Diseño conceptual de un proceso para elaboración de un producto funcional a partir de <i>Ganoderma lucidum</i>
Biotecnología avanzada	Electiva de profundización III	Alimentos funcionales y transgénicos; nutrigenómica; detección de agentes nocivos; detección de OMGs; identificación de especies; técnicas biotecnológicas en seguridad alimentaria y trazabilidad de los alimentos (Enzyme-Linked Immunoassay (ELISA), Immunoblotting o Western Blot, Southern Blot, Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) – análisis cualitativo y cuantitativo, Secuenciación y biosensores); y bioinformática
Manejo de residuos sólidos	Electiva de profundización III	Conocimientos en procesos biotecnológicos para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos
Ética profesional	Obligatoria	Fundamentos éticos y filosóficos; temas fundamentales de bioética.

Tabla 17. Décimo periodo académico

Curso	Tipo	Aporta
Vigilancia epidemiológica	Electiva de profundización IV	El diagnóstico inmunológico: convergencia entre la biotecnología y la salud pública
Biosensores	Electiva de profundización IV	Conocimientos sobre tipos de biosensores, ejemplos de cómo los biosensores son usados para diferentes aplicaciones en la cadena productiva y de transformación de alimentos.
Comercio Exterior	Electiva de profundización IV	Comercio exterior de productos biotecnológicos; mapeo de la industria biotecnológica.

Semilleros de Investigación

El programa de Ingeniería de Alimentos cuenta con dos semilleros de investigación: SIESPRO¹³ y PROEFAL¹⁴; y a través de estos, los estudiantes se vinculan a los proyectos que tiene el grupo de investigación Biotecnología Uniagraria con uno o varios de los siguientes propósitos: fomentar la investigación en Ingeniería de Alimentos, mejorar los procesos de formación en investigación en Ingeniería de alimentos, así como la adaptación y generación de nuevas tecnologías; generar una cultura investigativa que permita mejor acceso al conocimiento científico y su continua actualización durante el ejercicio profesional. A continuación se relacionan algunos de los proyectos, estudiantes y productos vinculados al grupo de investigación (tabla 18).

13 Semillero de Investigación en Especies Promisorias, creado el 17 de abril de 2006.

14 Semillero de Investigación de Producción Eficiente en Fábricas de Alimentos, creado el 20 de agosto de 2011.

Tabla 18. Proyectos realizados con estudiantes, a través de los semilleros

Año	Estudiante	Proyecto	Semillero	Producto
2006	Ana María Pérez y Julieth García Pineda	Aprovechamiento de residuos de papa y soya para la producción de <i>Pleurotus ostreatus</i> (Orellana)	SIESPRO	Trabajo de grado
2006	Johana Carolina Sánchez	Albahaca	SIESPRO	Ponencia en Seminario del Semillero
2007	Johana Carolina Sánchez	Protocolo para producción de meristemos de limonarioa	SIESPRO	Póster
2008	Johana Carolina Sánchez Parada	Extracción de aceites aromáticos de limonaria	SIESPRO	Póster
2009	Mónica Gil y Jeny Catherine Gómez	Análisis Espectrofotométrico UV/VIS de tres extractos del fruto del balú (<i>Erythrina edulis</i>)	SIESPRO	Póster en el IV Simposio sobre Biofábricas: Los Grupos de Investigación en Biotecnología y la Formación de Investigadores.
2009	Liliana Moreno	Evaluación de la acción antioxidante del extracto del fruto del balú (<i>Erythrina edulis</i>) en función de su grado de madurez sobre aceite de palma sin refinar	SIESPRO	Trabajo de grado
2009	Johana Carolina Sánchez Parada	Creación de una empresa agroindustrial productora y comercializadora de helados de crema con base y frutas exóticas en la ciudad de Bogotá	SIESPRO	Trabajo de grado
2009	Marcela Guzmán; Ludy Zambrano; Vanessa Luna y Alexandra Céspedes	Jornada de plantas aromáticas: Cultivo, conservación e inustrialización	SIESPRO	Ponencia en la Semana de la Ciencia y la Tecnología
2010	Dahian Alexandra Céspedes; Marcela Guzmán; Vanessa Luna; Judy Miranda y Ludy Zambrano	Estudio de las plantas aromáticas y su aplicación en productos alimenticios	SIESPRO	Ponencia en el II Encuentro Interinstitucional de Semilleros de Investigación.
2010	Marcela Guzmán; Vanessa Luna y Ludy Zambrano	Caracterización y procesamiento de plantas aromáticas	SIESPRO	Ponencia en el Seminario de Innovación Tecnológica para el fortalecimiento del sector agroindustrial y de alimentos
2010	Marcela Guzmán; Ludy Zambrano y Vanessa Luna	Obtención de galletas con adición de cedrón	SIESPRO	Ponencia en el VIII Encuentro Regional de Semilleros – Nodo Bogotá - RedColsi
2010	Marcela Guzmán; Ludy Zambrano; Vanessa Luna;	Jornada de cultivo, procesamiento y	SIESPRO	3a Semana de la U verde – Mención Meritoria

Año	Estudiante	Proyecto	Semillero	Producto
	Alexandra Céspedes y Patricia Bello	perspectivas de las plantas aromáticas.		
2011	Simón Andrés González	Uso de levadura madre elaborada con cultivos lácticos para mejorar las propiedades sensoriales en el pan	SIESPRO	Ponencia en Encuentro Regional de Semilleros – Nodo Bogotá - RedCosi
2013	David Francisco Bernal	Hidrólisis enzimática de queso campesino y doble crema para la obtención de aromas	SIESPRO	Ponencia en el I Encuentro Interno de Semilleros de Investigación - Segundo Puesto
2013	Juan Felipe Domínguez	Evaluación <i>in vitro</i> de la acción antifúngica del extracto del fruto del totumo (<i>Crescentia ssp</i>) sobre la dermatomycosis cálica	SIESPRO	Ponencia en el I Encuentro Interno de Semilleros de Investigación.
2013	Lady Santamaría; Carol Delgado; Sergio Rojas y Miguel Fontecha	Conservación de la caléndula por microondas	SIESPRO	Ponencia en el I Encuentro Interno de Semilleros
2013	Daniel Parada	Análisis preliminar para la hidrólisis proteica de la Tilapia Roja (<i>Oreochromus mossambicus</i>)	SIESPRO	Póster en el I Congreso Institucional de Investigación: La investigación en el contexto del desarrollo.
2014	Magda Camargo; Mabel Espitia y Jonathan Ramos	Determinación de proteína en la microalga <i>Spirulina plantensis</i> y <i>Spirulina máxima</i> para su uso como fuente de proteína.	SIESPRO	Póster en el III Congreso de investigaciones de Uniagraria
2014	Letty Juliet López Forero y Diana Fernanda Malpica	Evaluación de las propiedades funcionales de los hidrolizados enzimáticos de dos almidones obtenidos a partir de especies promisorias	SIESPRO	Trabajo de grado Ponencia en el Seminario
2015	Viviana Chocontá y Tatiana Díaz	La quercetina en la industria de alimentos	SIESPRO	Ponencia en el IV Encuentro Interno de Semilleros
2015	Alicia Castañeda, Erika Fuentes, Catherin García y Leidi López	Evaluación del contenido de saponinas en el agua de lavado de la quinua blanca (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) por dos métodos cuantitativos	SIESPRO	Ponencia en el IV Encuentro Interno de Semilleros
2015	Yully Alexandra Calderón; Brayan Castellanos y Anggie Stefanía Osorio	Evaluación de dos métodos de extracción de saponinas en quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) variedad Tunkahuan	SIESPRO	Ponencia en el IV Encuentro Interno de Semilleros

Año	Estudiante	Proyecto	Semillero	Producto
2015	Laura María Contreras; Yenni Marcela Moreno y Cristian Suárez	Extracción de almidón de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd)	SIESPRO	Ponencia en el IV Encuentro Interno de Semilleros
2015	Yeimy Hurtado, Yeniffer Castro, Tania Ariza y Jennifer Araque	Evaluación de las condiciones de decantación y secado sobre las propiedades organolépticas del almidón de quinua	SIESPRO	Póster en el IV Encuentro Interno de Semilleros
2016	Tania Ariza y Milena Suárez	Evaluación de una bebida funcional a base de extractos naturales – té verde y aloe vera	SIESPRO	Ponencia en el I Encuentro de Investigación Formativa de Ingeniería de Alimentos
2016	Juliana Santamaría y Carol Delgado	Evaluación del efecto del extracto etanólico de las cáscaras de naranja valencia (<i>Citrus sinensis</i> L.) sobre pardeamiento enzimático en el banano criollo (<i>Musa paradisíaca</i> L.) mínimamente procesado	SIESPRO	Ponencia en el II Encuentro de Investigación Foramtiva de Ingeniería de Alimentos
2017	Rodríguez	Bebida energética a base de sábila (<i>Aloe vera barbadensis</i> Miller), ortiga (<i>Urtica dioica</i>), guaraná (<i>Paullinia cupana</i> Kunth) y lactosuero	SIESPRO	Ponencia en el XIV Encuentro Regional de Semilleros – Nodo Bogotá – RedColsi
2017	Paola Cruz y Jenifer Manrique	Evaluación del efecto de aceite esencial de cedrón (<i>Aloysia triphilla</i> Palau) como aditivo para la elaboración de hamburguesas como alimento funcional.	PROEFAL	Ponencia en el XIV Encuentro Regional de Semilleros – Nodo Bogotá – RedColsi

Grupo de Investigación Biotecnología Uniagraria

MISIÓN: El Grupo de Investigación Biotecnología Uniagraria, es un grupo de investigación, adscrito al Programa de Ingeniería de Alimentos de Uniagraria, que tiene como propósito contribuir al avance tecnológico del país mediante el desarrollo de proyectos que resuelvan problemas de la agroindustria, a través de la aplicación de la biotecnología, la innovación y la ingeniería.

VISIÓN: Para el 2022, el grupo de investigación Biotecnología Uniagraria, será reconocido por la comunidad científica nacional y la industria de alimentos, gracias a su producción académica, su habilidad para desarrollar proyectos conjuntos de investigación y su capacidad de ofrecer soluciones tanto innovadoras como viables.

VALORES: Compromiso, curiosidad y amplitud mental.

HISTORIA E IMPACTO: El grupo de Biotecnología fue creado a finales del año 2000, desde el programa de Ingeniería de alimentos, tomando como referente el Programa Nacional de Biotecnología, los intereses del grupo de investigación y la tendencia mundial. En sus orígenes tuvo como propósitos aumentar el conocimiento en la biodiversidad y su aprovechamiento racional, fortalecer la capacidad científica en el área, promover desarrollos de productos o procesos, y fomentar avances y aplicaciones en busca del bienestar de la comunidad en el sector agrícola, en la industria de alimentos y en el medio ambiente. Actualmente, se reconoce por su capacidad de generar conocimientos que contribuyen al mejoramiento del programa, por su desarrollo permanente de la capacidad investigativa de docentes y estudiantes; por su desarrollo de la capacidad de trabajo en equipo; por la obtención de productos tecnológicos con posibilidades de aplicación, así como por el desarrollo de nuevos alimentos funcionales.

El grupo ha contado con nueve investigadores (tabla 19), ha formado en el área, 84 estudiantes, casi todos de pregrado (Tabla 20) y ha fortalecido sus vínculos con la industria y el gobierno (Tabla 20).

Tabla 19. Formación, área de énfasis y situación actual de los investigadores

Investigador	Formación	Énfasis	Situación actual
José Antonio de Silvestri Saade	Químico Farmacéutico	Microbiología y Bioquímica	Inactivo
Mary Luz Olivares Tenorio	Ingeniera de Alimentos	Calidad y diseño de alimentos	Activa
Simón Andrés González González	Ingeniero de Alimentos		Inactivo
Milton Hugo Rodríguez Díaz	Ingeniero Químico	Producción	Inactivo
Patricia Miranda Villa	Ingeniera de Alimentos	Formulación y tecnología del producto	Inactiva
Judy Astrid Miranda Tibacan	Ingeniera de Alimentos		Inactiva
Jesús Antonio Galvis Vanegas	Ingeniero Agrícola	Postcosecha y fisiología	Activo
Sandra Patricia Cote Daza	Ingeniera de Alimentos	Tecnología e higiene de los alimentos	Inactiva
Gloria Helena González Blair	Ingeniera Química	Biotecnología	Activa

Tabla 20. Estudiantes que se han formado en el grupo

Estudiante	Estudiante	Docente	Empresa
Cindi Milena Suarez Chaparro	Tania Ariza Casas	Gloria Helena González	Inversiones Monte Mateus
Carol Julieth Delgado Franco	Lady Juliana Santamaría Botía	Gloria Helena González	
Dayanne Lorena Gutiérrez		Gloria Helena González	Givaudan
Jeison Orlando Aguilar Ahumada		Gloria Helena González	
David Francisco Bernal		Gloria Helena González	Symrise Ltda.
Frederike Wiggers		Jenneke Heising, Mary Luz Olivares y Ruud Verkerk	Universidad de Wageningen
Ning Wang		Jenneke Heising, Mary Luz Olivares y Ruud Verkerk	Universidad de Wageningen
Angie Natalia Hernández Mejía	Sonia Andrea Rincón Rivera	Gloria Helena González	
Julieth Torres	Natalia Blanco	Patricia Miranda Villa	
Lady Andrea Rojas Castro		Mary Luz Olivares	
Katherine Giraldo	Julieth Torres	Patricia Miranda Villa	Asopiscinorte Cenired
Letty Julieth López Forero	Diana Fernanda Malpica Galindo	Gloria Helena González	
Judy Astrid Miranda Tibacán		Gloria Helena González Blair	
Adam Belibel		Mary Luz Olivares Tenorio	
Hannah Baijer		Mary Luz Olivares Tenorio	
Blanca Solange Peña Roa	Andrea Jinneth Corredor Rivera (Q.E.P.D)	Gloria Helena González	
Ingrid Nataly Castañeda Garavito		Karl Steffens y Gloria Helena González	
Rocío Rueda Cala	Sandra Catalina Baracaldo Adames	Gloria Helena González	Amarti Foods S.A.S
Yina García	Juliana Pardo	Patricia Miranda Villa	Full Moringa
Maritza Arias	Blanca Gómez	Patricia Miranda Villa	
Angélica Paola Ayala Ramírez	Jésika Milena Pinilla Estupiñán	Gloria Helena González	
Viviana Marcela Forero		Gloria Helena González	Levapan

Estudiante	Estudiante	Docente	Empresa
Luisa María Sierra Olivares		Gloria Helena González	
Diana Isadora Dix Sotelo	Maritza Torres Rodríguez	Mary Luz Olivares	Bogotá Plaza Summit Hotel
Andrés Stanley González Svedres	Jose Luis Velandia Velásquez	Gloria Helena González	Amarti Foods S.A.S
María del Rosario Moreno Rodríguez		Gloria Helena González	
Camilo Andrés Meneses Pedraza		Gloria Helena González	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, hortifresco, comutsoa y Fundación Intal
Juanita Gómez Botero	Leidy Viviana Robles Cuellar	Gloria Helena González Blair	Amarti Foods S.A.S
Mónica Patricia Castellanos	Claudia Catalina Rodríguez	Mary Luz Olivares	
Natalia Romero Ramos	Paola Andrea López Aranda	Gloria Helena González	
John Ismael Colmenares Heredia	Natalia Yineth Rodríguez Mateus	Gloria Helena González	
William Orlando Cubillos Ladino	Jairo Orlando Mesa Navas	Milton Hugo Rodríguez Díaz	
Fernando Yomayuzza (Q.E.P.D)		Gloria Helena González	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, hortifresco, comutsoa y Fundación Intal
Victor Eduardo Castañeda Boyacá		Gloria Helena González	Aula de Productos Lácteos – Universidad de Santiago de Compostela
Mireya Emilce Martínez Camargo	Angela María Rodríguez	Milton Hugo Rodríguez Díaz	
Mónica Gil Aguirre	Jeny Katherine Gómez Torres	Gloria Helena González	
Sandra Milena Baracaldo Gil	Eva María Murillo Mejía	Gloria Helena González	
Liliana Isabel Moreno García		Gloria Helena González	

Estudiante	Estudiante	Docente	Empresa
Cindy Carolina Cubillos Jiménez		Mary Luz Olivares Tenorio	
Darcy Rocio Bueno Maldonado		Mary Luz Olivares Tenorio	
Raúl Alberto Castro Garnica		Gloria Helena González	
Diana Carolina Jiménez Casas	Yucemar Pérez Pardo	Gloria Helena González	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, hortifresco, comutsoa y Fundación Intal
Kelly Rocio Guerrero Castillo		Mary Luz Olivares	
Liliana Smith Acuña Roncancio	Elizabeth Diazgranados	Gloria Helena González	
Natalia Santos	Jennifer Villegas	Mary Luz Olivares	
Eliana Bernal	Mariana Hernández	Mary Luz Olivares	
Diana Argüello	Angie Díaz	José Antonio de Silvestri Saade	
Diego Alejandro Agudelo Correa	Zuly Astrid Salamanca	Gloria Helena González	
Andrea Malagón Bohada	Adriana Velásquez Peralta	Gloria Helena González	
Giovanna Piñeros		Gloria Helena González	Lácteos El Recreo
Francisco Gómez Martínez	Oscar Orlando Porras Atencia	Gloria Helena González	
María Helena Millán Rivera	Sergio Andrés Quintero	Gloria Helena González	
Sandra Patricia Cañon Garzón	Sandra Milena Triana García	Gloria Helena González	

El periodo 2000 – 2005, se caracterizó por la identificación de segmentos de mercado, el trabajo en procesos fermentativos y enzimáticos, el desarrollo de instrumentos metodológicos y la definición de parámetros técnicos de producción. El lapso 2006 – 2011, permitió, además, explorar en el área de metabolitos secundarios, en productos como el balú y las cáscaras de naranja, buscando darles valor agregado; así como en zanahorias chantenay y baby, con el fin de establecer cómo se comportan algunos fitonutrientes en los productos mínimamente procesados. El intervalo 2012 – 2016, se caracterizó por la consolidación del grupo de investigación y la apertura, aunque incipiente, a la industria de alimentos, en el sector de productos y procesos biotecnológicos.

La tabla 21 relaciona los proyectos de investigación, que se han desarrollado o se están desarrollando en el grupo y la tabla 22 presenta la matriz DOFA del Grupo.

Tabla 21. Proyectos de investigación del grupo

Proyecto	Fecha de inicio	Fecha de finalización	Tipo de proyecto	Investigador Principal	Financiación
01. Oportunidades de la Biotecnología en la Ingeniería de Alimentos	2000	2002	Investigación y desarrollo	Gloria Helena González	UNIAGRARIA UNAD UNAL Beneficiarios
02. Procesos enzimáticos y fermentativos de interés para la industria de alimentos	2003	2008	Investigación y desarrollo	Gloria Helena González	UNIAGRARIA Beneficiarios
03. Apoyo al Sistema Educativo SEMBRAR PAZ	2006	2007	Extensión y responsabilidad social CTI	Gloria Helena González	UNIAGRARIA Beneficiarios
04. Metabolitos secundarios de interés comercial	2005	2009	Investigación y desarrollo	Gloria Helena González	UNIAGRARIA Beneficiarios
05. Valoración de atributos de calidad	2006	2010	Investigación y desarrollo	Gloria Helena González	UNIAGRARIA Beneficiarios
Validación de puntos críticos de control para la industria del catering	2007	2013	Investigación, desarrollo e innovación	Mary Luz Olivares Tenorio	Catering de Colombia Bogotá Plaza Summit
07. Desarrollo tecnológico para la conservación de lechuga, tomate y zanahoria precortados (Alimentos mínimamente procesados)	2008	2010	Investigación y desarrollo	Jesús Antonio Galvis	MADR, COOMUTSOA, FUNDACIÓN INTAL, HORTIFRESCO, CIAT, UNIAGRARIA y Beneficiarios
Establecimiento y validación de procesos en servicios de alimentación para el Bogotá Plaza Summit Hotel	2008	2012	Investigación y desarrollo	Mary Luz Olivares	BOGOTÁ PLAZA SUMMIT HOTEL y UNIAGRARIA
06. Uso de la biotecnología para el desarrollo de alimentos funcionales.	2010	2013	Investigación y desarrollo	Gloria Helena González	UNIAGRARIA Beneficiarios
08. Desarrollo y mejoramiento de alimentos de carácter innovador como propuesta para un mejor aprovechamiento de productos autóctonos como	2010	2014	Investigación, desarrollo e innovación.	Gloria Helena González	CCB, COLCIENCIAS, SENA, AMARTI FOOD S.A.S. Y UNIAGRARIA

Proyecto	Fecha de inicio	Fecha de finalización	Tipo de proyecto	Investigador Principal	Financiación
la yuca (Manihot esculenta Crantz) con el fin de satisfacer demandas nacionales e internacionales					
Renovación de Registro Calificado del Programa de Ingeniería de Alimentos	2011	2012	Investigación y desarrollo	Mary Luz Olivares	UNIAGRARIA
09. Aprovechamiento de subproductos provenientes del procesamiento de la tilapia nilótica	2012	2015	Investigación y desarrollo	Patricia Miranda Villa	MADR, CENIRED, ASOPISCINORTE y UNIAGRARIA
10. Hidrólisis enzimática de biopolímeros para la obtención de aditivos	2012	2015	Investigación y desarrollo	Gloria Helena González	UNIAGRARIA
Medicina vegetal 100% natural al alcance de todos	2012	2014	Investigación y desarrollo	Yann Oliver	Farmaverde
12. Evaluación y aplicación de fitonutrientes en la industria de alimentos	2014	2017	Investigación y desarrollo	Gloria Helena González	UNIAGRARIA
13. Autoevaluación y acreditación de alta calidad del programa de Ingeniería de Alimentos	2013	2015	Investigación y desarrollo	Mary Luz Olivares	UNIAGRARIA
Modelo integrado de vida útil de la uchuva	2013	2017	Investigación y desarrollo	Mary Luz Olivares	UNIAGRARIA
Acreditación de alta calidad	2013	2013	Investigación y desarrollo	Mary Luz Olivares	UNIAGRARIA
Evaluación del efecto de <i>Lactobacillus casei</i> y de la mezcla de cepas ácido lácticas (<i>Streptococcus thermoophilus</i> y <i>Lactobacillus delbrueckii</i> ssp. <i>Bulgaricus</i> , <i>Bifidobacterium</i>) sobre dos propiedades funcionales del almidón agrio de yuca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz).	2013	2014	Investigación y desarrollo	Judy Miranda	UNIAGRARIA
Obtención de productos con base en quinua y mango	2015	2016	Investigación y desarrollo	Nidia Casas Forero	GOBERNACIÓN DE CUNDINAMARCA, ACAC, UNIAGRARIA, Beneficiarios

Tabla 22. DOFA - Grupo Biotecnología UNIAGRARIA

Debilidades	Oportunidades
<p>Poca comunicación y divulgación sobre el mercado biotecnológico y sus beneficios ampliamente aplicables en sectores usuarios.</p> <p>Financiación insuficiente para generar pruebas de concepto intensivas en tecnología o costosas (pruebas <i>in vivo</i>, esclados de producción, prototipos, etc.) que permitan asentar la protección y producción de las innovaciones.</p> <p>Tendencia a diversificar las líneas de investigación, en función de la oferta de recursos.</p> <p>Se cuenta con poca experiencia en la comercialización tecnológica y en la creación de empresas nacientes de base tecnológica.</p> <p>El interés privado por colaborar con las universidades es menos intenso de lo deseable para mantener un proceso fluido que fomente la transferencia eficaz de conocimiento al tejido productivo.</p>	<p>Puede utilizarse baja tecnología para obtener resultados fácilmente interpretables.</p> <p>Gran mercado potencial.</p> <p>Posibilidad de atraer inversión vía convocatorias.</p> <p>Despertar y fomentar el interés de las empresas en buscar innovaciones en el sector investigador biotecnológico para proporcionar a los investigadores especificaciones concretas de tecnologías necesarias con mayor potencial de transferencia.</p> <p>El grupo está bien preparado y por tanto está en capacidad de conectarse bien con grupos nacionales e internacionales.</p> <p>Existen iniciativas interesantes para agilizar los procesos de tecnología como son la aparición de interfaces tecnológicos y alianzas (Biointropic, Plantta, Connect Bogotá) y la de organismos de apoyo y formación de emprendedores (SENA – Tecnoparques) que pueden complementar el trabajo de las universidades.</p>
Fortalezas	Amenazas
<p>Gran interés del sector agro-alimentario.</p> <p>Matriz investigadora desarrollada en parte previamente por la industria alimentaria.</p> <p>Interés nacional por el fortalecimiento de la biotecnología. Esto diluye el esfuerzo y puede incidir negativamente en las posibilidades de conseguir la excelencia investigadora.</p> <p>Capital humano altamente capacitado con interés por participar en iniciativas empresariales y/o apoyar el crecimiento de la industria biotecnológica colombiana.</p> <p>Se cuenta con experiencia en la transferencia de resultados de la investigación, así como con la estructura requerida para tal efecto.</p> <p>Existe una fuerte conciencia sobre la importancia de aprovechar el conocimiento científico y tecnológico para fines prácticos y su transferencia al mercado.</p>	<p>Baja inversión privada en nuevas tecnología y en I+D+i.</p> <p>Dificultad para el acceso a financiación que impida a los investigadores embarcarse en proyectos ambiciosos que necesiten largos plazos de demostración para generar resultados aptos para su transferencia.</p> <p>Diluir el esfuerzo en proyectos orientados a innovaciones de valor local enfocadas al emprendimiento en vez de concentrarse en el desarrollo de proyectos de alcance global en campos en los que Colombia parte de una posición ventajosa.</p> <p>No existe producción de innovaciones patentables que capten el interés de socios industriales e inversores. Esto ayudaría a atraer talento con experiencia comercial.</p>

RETOS: En el próximo quinquenio, el grupo de investigación Biotecnología Uniagraria debe:

1. Despertar y fomentar el interés de las empresas para buscar innovaciones en el sector investigador biotecnológico.
2. Elaborar material didáctico que fomente la comercialización tecnológica y la creación de empresas nacientes de base tecnológica.
3. Concentrar esfuerzos en medidas de medio y alto impacto, no demasiado locales, que permitan potenciar la interfaz entre investigación orientada y desarrollo.
4. Fomentar la relación con otros grupos de investigación.
5. Promover la formación de transferencia tecnológica de los estudiantes vinculados a los semilleros de investigación.
6. Incentivar la innovación.
7. Buscar alianzas institucionales y utilizar entidades de transferencia eficaces.
8. Concentrar masa crítica en torno a la excelencia y los grandes retos.

OBJETIVOS

Objetivo general

La línea de investigación en el área de biotecnología busca aprovechar racionalmente la biodiversidad, fortalecer la capacidad científica en el área, promover desarrollos de productos o procesos, así como los avances y aplicaciones en busca del bienestar de la comunidad en el sector agrario, en la industria de alimentos y en el medio ambiente.

Objetivos específicos

1. Definir los parámetros cinéticos y de producción requeridos para la industrialización de los productos estudiados.
2. Establecer las condiciones de purificación y calidad necesarias para el lanzamiento del producto al mercado.
3. Realizar cuando sea pertinente estudios técnico económicos para diversos productos de origen biotecnológico con la visión básica de sustituir importaciones o satisfacer demanda potencial insatisfecha.
4. Fortalecer la capacidad científica en el área formando personal con conocimientos básicos, de profundización y de investigación.
5. Promover el desarrollo de productos y/o procesos para impulsar avances y aplicaciones para el bienestar de la comunidad en el sector agrario, en la industria de alimentos y en el medio ambiente.

MAPA DE NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

Las tablas 23 a 25 resumen las necesidades de investigación e innovación en la industria alimentaria, biotecnología y bioeconomía, lo cual permite establecer puntos de encuentro con el grupo de investigación.

Tabla 23. Mapa de necesidades de investigación e innovación en la industria alimentaria

Líneas	Sublíneas	Necesidades en
Innovación en productos alimentarios	Nuevos productos, formatos y envases	Desarrollo de productos de IV y V gama: listos para el consumo.
		Desarrollo de nuevos productos lácteos, nuevos tipos y formatos.
		Desarrollo de nuevos productos en sectores de clase mundial.
		Innovación en envases y ecodiseño: nuevos formatos y presentaciones.
	Alimentos saludables	Optimización y mejora métodos <i>in vitro</i> de evaluación de propiedades saludables de ingredientes y alimentos.
		Desarrollo de alimentos funcionales con el uso de ingredientes naturales bioactivos.
		Uso de harinas tradicionales y alternativas para la elaboración de productos saludables.
		Reducción del uso de aditivos, grasa, sodio y modificación del perfil lipídico en productos alimentarios. Productos ecológicos.
	Productos alimentarios de calidad	Mejora de la calidad sensorial de los productos cárnicos y lácteos.
		Valorización y caracterización de productos tradicionales y artesanos (lácteos y cárnicos).
Optimización de procesos	Eficiencia en los procesos de elaboración y aplicación de tecnologías novedosas	Aplicación de tecnologías novedosas y emergentes para obtención de productos diferenciados con valor añadido
		Aumento del rendimiento quesero mediante la optimización de procesos con el uso de nuevas tecnologías o enzimas.
		Desarrollo y optimización de procesos ecosostenibles y mejora de la eficiencia energética de las empresas agroalimentarias.
	Estrategias para extender la vida útil de los alimentos.	Investigación de la vida útil de productos alimentarios.
		Desarrollo de películas y recubrimientos comestibles activos con ingredientes naturales.
		Incorporación de antioxidantes y antimicrobianos naturales que aumentan la vida útil.
Seguridad y calidad alimentaria	Compuestos químicos nocivos y alergénicos en los alimentos.	Alternativas para reducir la presencia de compuestos nocivos y alergénicos en alimentos.
		Metodologías y evaluación de riesgos de compuestos químicos nocivos y alergénicos e alimentos.
	Análisis, modelización y control del riesgo alimentario.	Desarrollo de estrategias eficientes de muestreo en la cadena alimentaria.
		Ensayos de inactivación y/o supervivencia de microorganismos a tratamientos tecnológicos.

Tabla 24. Mapa de necesidades de investigación e innovación en Biotecnología

Líneas	Sublíneas	Necesidades en
Cadenas productivas	Enzimas para el procesamiento de alimentos y bebidas	Horneado de pan Fabricación de queso Preparación de hidrolizados de proteína Mejora de la vida de anaquel Clarificación de bebidas
	Bioprocesos	Obtención de microorganismos de interés industrial. Obtención de compuestos de interés a partir de subproductos y productos intermedios. Estudio de la producción controlada de principios activos de alto valor añadido.
	Ingredientes	Diseño de péptidos con selectividad para atacar las células cancerígenas a partir de la proteína lactoferricina bovina. Evaluación del sinergismo existente entre el extracto de arce y la potencia antimicrobiana de antibióticos como ciprofloxacina y carbenicilina. Reducción del contenido graso de un cupcake
Producción y calidad industrial	Genómica funcional	Expandir el conocimiento sobre los procesos biológicos moleculares complejos de las plantas
	Bio-fortificación	Contribución a la bio-fortificación de alimentos
Acceso a mercados	Negocios verdes	Uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales: uso eficiente de energía, adaptación al cambio climático, manejo de residuos, tecnologías más limpias, materiales de construcción sostenible, uso sostenible de la biodiversidad, biotecnología y agroindustria.
Medio ambiental	En la industria de alimentos	Química verde, ingeniería verde, diseño integrado de la cuna a la cuna, ecología industrial y biomimética.
Emprendimiento	Aprovechamiento de la biodiversidad	Fuente de genes, proteínas, metabolitos, organismos y ecosistemas.
	Innovación	Metodologías y técnicas que aceleran el conocimiento de los procesos biológicos y facilitan su utilización en bienes y servicios.
	Ómicas	Bioinformática Biología sintética Biología de sistemas

Tabla 25. Mapa de necesidades de investigación e innovación en bioeconomía

Líneas	Necesidades en
Economía circular: Hacia el residuo cero.	Valorización de residuos de la industria agroalimentaria para la reintroducción como ingredientes bioactivos y/o tecnológicos dentro de la cadena de producción.
Desarrollo y mejora de procesos tecnológicos	Extracción y purificación de bioproductos a partir de biomasa residual.
	Búsqueda de nuevos usos para los bioproductos (alimentación, cosmética, nutracéutica y química).
	Mejora de los procesos fermentativos empleando biomasa residual.
	Procesos eficientes de recuperación de productos finales.
	Desarrollo de procesos catalíticos para la obtención de nuevos productos.
Cambio climático	Evaluación de emisiones en los procesos productivos.
	Desarrollo y aplicación de herramientas de gestión y estudios de viabilidad.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

El Grupo de Investigación Biotecnología Uniagraria (GIBTU) se desempeña en las siguientes líneas de investigación:

1. **Metabolitos secundarios:** Compuestos derivados del metabolismo secundario. Se distribuyen diferencialmente entre grupos taxonómicos, presentan propiedades biológicas, muchos desempeñan funciones ecológicas y se caracterizan por sus diferentes usos y aplicaciones como medicamentos, insecticidas, herbicidas, perfumes o colorantes, entre otros. A diferencia de otros organismos, las plantas destinan una cantidad significativa de carbono asimilado y de la energía a la síntesis de esta amplia variedad de moléculas orgánicas que no parecen tener una función directa en procesos fotosintéticos, respiratorios, asimilación de nutrientes, transporte de solutos o síntesis de proteínas, carbohidratos o lípidos. Los metabolitos secundarios, se sintetizan en pequeñas cantidades y no de forma generalizada, estando a menudo su producción restringida a un determinado género de plantas, a una familia, o incluso a algunas especies. Las principales rutas de biosíntesis de metabolitos secundarios derivan del metabolismo primario del carbono y se agrupan en cuatro clases principales: Terpenos, compuestos fenólicos, glicósidos y alcaloides (Ávalos y Pérez, 2009). Esta línea tiene como objetivo evaluar una amplia gama de especies vegetales que permitan la extracción, evaluación y producción de metabolitos secundarios mediante la utilización de técnicas adecuadas.
2. **Bioprocesos:** Integran un conjunto de técnicas que emplean organismos vivos y/o enzimas para obtener o modificar diferentes productos de alto valor añadido para la industria de alimentos, agricultura, biomedicina, farmacia, cosmética, envases y

equipos. La aplicación de la *White Biotechnology* (como también son conocidos los nuevos bioprocesos) en la industria de alimentos, incluye temas como personalización de vinos, cervezas, zumas, lácteos, aceitunas, encurtidos; desarrollo de alimentos probióticos para alimentación funcional; desarrollo de alimentos específicos para el tratamiento de problemas de salud; producción de aditivos e ingredientes alternativos; desarrollo de bionutrientes y biofertilizantes; y obtención de bioestimulantes, biodefensivos y bioelicitores. En general, los bioprocesos se basan en la integración de tecnologías de producción que incluyen procedimientos y fundamentos de la ingeniería tradicional y de la biología aplicada; e incluyen, entre otros, a nivel industrial, operaciones como: Obtención, caracterización y selección del microorganismo de interés; definición de las condiciones de cultivo y estudios de funcionalidad (AINIA, 2016). Esta línea tiene como objetivo determinar experimentalmente las variables que afectan los procesos enzimáticos o fermentativos para aumentar rendimientos tanto en la producción como en la purificación para la generación de prototipos de valor agregado que satisfagan las necesidades de insumos en la industria de alimentos.

- 3. Inocuidad, calidad de alimentos y bioseguridad:** Se basa en los conceptos de Calidad, Bioseguridad e Innovación; entendiendo calidad como el conjunto de propiedades y características de un producto, de un proceso o de un servicio que le confiere su aptitud para cubrir necesidades implícitas o explícitas; bioseguridad como las medidas destinadas a evitar los riesgos para la salud y la seguridad humana y para la conservación del medio ambiente derivados del uso de organismos infecciosos o genéticamente modificados en investigación y en prácticas comerciales; e inocuidad como la garantía de que los alimentos no causarán perjuicio al consumidor cuando sean preparados o ingeridos de acuerdo con su uso previsto (Colpos, 2013). Implica actuar en todos los niveles de la cadena alimentaria y tiene en cuenta que el desarrollo de alimentos mejorados mediante métodos biotecnológicos debe ir acompañado por normas y marcos regulatorios de bioseguridad, de forma que antes de liberar algún cultivo para comercialización, se debe someter a una serie de pruebas que aseguren que el organismo a liberar no presenta riesgos novedosos en el ambiente donde será introducido. Las pruebas que se realizan son de larga duración y en términos de inocuidad, el análisis se centra en estudiar la posible alergenicidad y/o toxicidad de los nuevos productos (Garro-Monge, 2017). Esta línea tiene como objetivo generar conocimiento científico, mediante investigación en inocuidad, calidad de alimentos y bioseguridad para la identificación de peligros de contaminación y la reducción de riesgos a la salud derivados del consumo de alimentos.

La tabla 26 resume los temas y proyectos a implementar y desarrollar en el próximo quinquenio.

Tabla 26. Líneas de investigación del Grupo de Investigación, Proyectos y temas a desarrollar.

Línea	Proyecto	Tema 1	Tema 2
Metabolitos secundarios	Innovación biotecnológica para el desarrollo de productos alimentarios	Optimización y mejora de métodos <i>in vitro</i> para la evaluación de propiedades saludables de ingredientes y alimentos.	Desarrollo de alimentos funcionales con el uso de ingredientes naturales bioactivos.
	Biodisponibilidad de compuestos bioactivos	Factores que afectan la biodisponibilidad de compuestos bioactivos	Medición de la biodisponibilidad
Bioprocesos	Eficiencia en los procesos de elaboración y aplicación de tecnologías noveles	Aumento del rendimiento industrial mediante la optimización de procesos con el uso de nuevas tecnologías o enzimas.	Desarrollo y optimización de procesos ecosostenibles y mejora de la eficiencia energética de las empresas agroalimentarias.
	Estrategias biotecnológicas para extender la vida útil de los alimentos.	Desarrollo de películas y recubrimientos comestibles activos con ingredientes naturales.	Incorporación de antioxidantes y antimicrobianos naturales que aumentan la vida útil.
Inocuidad, calidad de alimentos y bioseguridad	Compuestos químicos nocivos y alergénicos en los alimentos	Alternativas para reducir la presencia de compuestos nocivos y alergénicos en alimentos.	Metodologías y evaluación de riesgos de compuestos químicos nocivos y alergénicos e alimentos.
	Análisis, modelización y control del riesgo alimentario.	Desarrollo de estrategias eficientes de muestreo en la cadena alimentaria.	Ensayos de inactivación y/o supervivencia de microorganismos a tratamientos tecnológicos.

PLAN DE TRABAJO

Objetivos estratégicos

1. Mejorar la competitividad científica basada en la evaluación de la actividad desarrollada y los resultados obtenidos por el Grupo de Investigación Biotecnología Uniagraria.
2. Promover la transferencia de los resultados de investigación a la sociedad en general y al sector productivo en particular.
3. Potenciar la colaboración entre grupos de investigación y/o empresas del sector biotecnológico, fortaleciendo la investigación de carácter multidisciplinar.

Ejes Estratégicos y Planes de Acción

La tabla 27 resume los estratégicos y los planes de acción propuestos para alcanzar los objetivos estratégicos

Tabla 27. Ejes Estratégicos y Planes de Acción

Eje Estratégico	Plan de Acción	Resultados Esperados
Competitividad científica	<p>Fomento de la participación y liderazgo del GIBTU, en actividades de investigación de carácter internacional.</p> <p>Fortalecimiento de las habilidades y competencias de los semilleros e investigadores vinculados al GIBTU.</p>	<p>Incrementar en un 3% anual, la producción del Grupo de Investigación Biotecnología Uniagraria y de sus semilleros SIESPRO y PROEFAL.</p> <p>Tener activo, un proyecto de cooperación, con apoyo de otro grupo de investigación y/o de una empresa nacional o internacional, pública o privada.</p> <p>Participar anualmente, en por lo menos una convocatoria de I+D+i.</p>
Dinamización de la transferencia tecnológica	<p>Capacitación a los investigadores para participar en la transferencia de sus resultados.</p> <p>Fomento de la colaboración como principal eje de transferencia tecnológica.</p> <p>Conversión del personal con experiencia investigadora en puentes entre la industria y la investigación académica.</p>	<p>Participar anualmente, en por lo menos un curso de formación en transferencia tecnológica.</p> <p>Participar, por lo menos, cada dos años, en una convocatoria de transferencia tecnológica.</p> <p>Generar y gestionar un portafolio tecnológico y de innovación que apunte a la aplicación comercial de la biotecnología.</p>
Alianzas para la innovación	<p>Identificación de clústeres de innovación y vinculación a los mismos.</p> <p>Realización de foros especializados que interrelacionen a los principales agentes del sector, según las distintas áreas de interés.</p>	<p>Participar por lo menos, una vez al año, en eventos que conlleven a alianzas para la innovación.</p> <p>Realizar por lo menos, una vez al año, un foro especializado que interrelacione a los principales agentes del sector.</p>

REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS

- Abdullah, Mahmud. 2007. Normas de calidad en la industria alimentaria a nivel europeo e internacional. Implantación, problemáticas y desarrollo. Memoria para optar el grado de Doctor. Departamento de Nutrición y Bromatología. Facultad de Farmacia. Universidad de Granada. España.
- Abello, Neider Eduardo. 2013. Negocios Verdes una Apuesta para la Competitividad del País. Oficina de Negocios Verdes y Sostenibles. Ministerio de Ambiente y

Desarrollo Sostenible. Colombia.

- Ainia. 2005. Tecnologías de bioprocesos y procesos fermentativos. Disponible para consulta en: <https://www.ainia.es/html/i+d/fichas/procesosfermentativos.pdf>
- Ainia. 2016. Prospectiva: 7 grandes avances en tecnología alimentaria. Disponible para consulta en: <http://www.ainia.es/tecnoalimentalia/tecnologia/prospectiva-7-grandes-avances-en-tecnologia-alimentaria/>
- Ainia. 2016. Tecnología y diferenciación de producto: El interés creciente de los bioprocesos. Disponible para consulta en: <https://www.ainia.es/tecnoalimentalia/tecnologia/tecnologia-y-diferenciacion-de-producto-el-interes-creciente-por-los-bioprocesos/>
- Anilló, Guillermo y Fuchs, Mariana. 2014. Bioeconomía y los desafíos futuros. La biotecnología como ventana de oportunidad para iberoamérica. Disponible para consulta en: [http://www.ricyt.org/files/Estado%20de%20la%20Ciencia%202013/2_1_Bioeconomia_y_desafios_futuros\(1\).pdf](http://www.ricyt.org/files/Estado%20de%20la%20Ciencia%202013/2_1_Bioeconomia_y_desafios_futuros(1).pdf)
- Anino, Pablo y Pizzo, Florencia. 2016. Informes de cadenas de valor. Año 1. No. 3. Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas. Secretaría de Política Económica y Planificación del Desarrollo. Argentina.
- Arber, Gustavo; Balsells, Sebastian; Baringltz, Eleonora; Barrere, Rodolfo; Bassotti, Fabian; Bernheim, Ruth; Usher, Ximena y Vila Seoane, Maximiliano. 2010. Metodología para la medición de la I + D en áreas transversales. Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad. Argentina.
- Ávalos García, Adolfo y Pérez – Urria, Elena. 2009. Metabolismo secundario de plantas. Reduca. Serie Fisiología Vegetal 2(3): 119 – 145.
- Barrere, Rodolfo; D'Onofrio, María Guillermina y Matas, Lautaro. 2009. La biotecnología en Iberoamérica. Situación Actual y Tendencias. Observatorio Iberoamericano de Ciencia, Tecnología y Sociedad. Centro de Altos Estudios Universitarios de la Organización de Estados Iberoamericanos. Argentina.
- Bisang, Roberto; Campi, Mercedes y Cesa, Verónica. 2009. Biotecnología y desarrollo. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Santiago de Chile.

- Calderón, Felipe. 2007. Plan Nacional de Desarrollo 2007 - 2012. Eje 4. Sustentabilidad Ambiental. México.
- Carranza, Angie. 2016. El Biocomercio como estrategia de gestión de la biodiversidad. Maestría en Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental. Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá.
- Cerón, Laura Emilia. 2011. Implementación e innovación en biotecnología ambiental e industrial en el contexto empresarial colombiano. Cuaderno de Investigación. Colección Gestión Ambiental. Universidad EAN. Colombia.
- CIAT. 2012. Metodología *Link*. Una guía participativa para modelos empresariales incluyentes para pequeños agricultores. Disponible para consulta en: <http://dapa.ciat.cgiar.org/wp-content/uploads/2012/09/Metodologia-LINK-Version-Resumen.pdf>
- Colpos. 2013. Línea Prioritaria de Investigación 7. Plan Estratégico. Colegio de Postgraduados.
- Cueto, María Cristina; de la Fuente, Norma Margarita y Luévanos, Miriam. 2014. Fronteras en Microbiología Aplicada. Escuela de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Coahuila. México.
- De Miguel, Carlos y Tavares, Marcia. 2015. El desafío de la sostenibilidad ambiental en América Latina y el Caribe. Textos seccionados 2012 – 2014. Páginas selectas de la CEPAL.
- Departamento Nacional de Planeación. 2004. Documento Conpes 3280. Optimización de los instrumentos de desarrollo empresarial. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Bogotá.
- Departamento Nacional de Planeación. 2011. Documento Conpes 3697. Política para el desarrollo comercial de la biotecnología a partir del uso sostenible de la biodiversidad. Departamento Nacional de Planeación. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Ministerio de Protección Social. Ministerio de Relaciones Exteriores. Departamento Administrativo de Ciencia Tecnología e Innovación – Colciencias. Bogotá.
- Econoticias. 2017. ¿Qué es la sostenibilidad ambiental?. Econoticias.com Disponible

para consulta en: <http://www.ecoticias.com/sostenibilidad/132018/sostenibilidad-ambiental>

- Escorsa, Pere. 2007. La inteligencia competitiva factor clave para la toma de decisiones estratégicas en las organizaciones. Comunidad de Madrid; Consejería de Educación; Dirección General de Universidades e Investigación; Fundación madrid+d para el conocimiento. España.
- European Commission. 2001. Capítulo III. Agriculture and rural development. Disponible para consulta en: http://ec.europa.eu/agriculture/rur/leader2/dossier_p/es/dossier/chap3.pdf
- FAO. 2007. Conferencia Internacional sobre Agricultura Orgánica y Seguridad Alimentaria. Roma. Disponible para consulta en: <http://www.fao.org/organicag/oa-specialfeatures/oa-foodsecurity/es/>
- García, Enrique y Machinea, José Luis. 2005. Prólogo. En Biotecnología para el uso sostenible de la biodiversidad. Capacidades locales y mercados potenciales. Corporación Andina de Fomento. Venezuela.
- Garro-Monge, Giovanni. 2017. Inocuidad de cultivos y alimentos biotecnológicos, 20 años de comercialización. Tecnología en Marcha. 30 (2): 67-74.
- Gligo, Nícolo. 2012. La dimensión ambiental en el desarrollo de América Latina. Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL.
- Global Hunger Index. 2016. GHI Scores. Disponible para consulta en: <http://ghi.ifpri.org/#>
- Hruska. Allan. 2013. Agricultura familiar y acceso a los mercados. Memoria del Seminario – Taller realizado por la Oficina Sub-regional de FAO para Mesoamérica. Panamá.
- ICEX. 2016. Ayudas e incentivos Sector Biotecnología en España. Ministerio de Economía y Competitividad. Gobierno de España.
- Innpulsa, Departamento Nacional de Planeación, Bancoldex y Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia. 2013. Estudio sobre el potencial de la industria de biotecnología en el país. Entregable A: Mapa de capacidades y potencial de

transferencia biotecnológica. Colombia.

- Inza, Ainhoa. 2016. El mercado de Biotecnología en Estados Unidos. España Exportación e Inversiones. Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España. Chicago.
- Isaza, Jairo Guillermo. 2009. Cadenas productivas. Enfoques y precisiones conceptuales. Sotavento M.B.A. 11: 8 - 25.
- Loayza, Jorge y Silva, Vicky. 2013. Los procesos industriales sostenibles y su contribución en la prevención de problemas ambientales. Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial. 16 (1): 108 – 117.
- Luna, Josué; Bobak, Alexandra; Castrellón, Imanol; Pérez, Alejandro; Díaz, José; Pardo, Luciana; Sánchez, Miguel y del Carpio, Omar. 2016. Megatendencias: un análisis del estado global. Perú.
- Machado, Absalón y Botello, Silvia. 2013. La agricultura familiar en Colombia. Informe del Proyecto Análisis de la Pobreza y de la Desigualdad en América Latina Rural. Documento No. 146. Grupo de Trabajo: Desarrollo con Cohesión Territorial. Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural.
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. 2012. La guía fácil del Programa de Transformación Productiva. Sectores de clase mundial. Colombia. Disponible para consulta en: <https://www.ptp.com.co/documentos/Gu%C3%ADa%20F%C3%A1cil%20del%20PTP.pdf>
- Ministerio de Salud – MinSalud. 2013. Salud Pública. Calidad e Inocuidad de Alimentos. Dirección de Promoción y Prevención. Salud Nutricional Alimentos y Bebidas. Disponible para consulta en: <https://www.minsalud.gov.co/salud/Documents/general-temp-jd/LA%20INOCUIDAD%20DE%20ALIMENTOS%20Y%20SU%20IMPORTANCIA%20EN%20LA%20CADENA%20AGROALIMENTARIA.pdf>
- Morales, Alexis y Flórez, Diego Hernando. 2016. Implementación de herramientas de vigilancia y prospectiva tecnológica para la definición de estrategias en biotecnología y biodiversidad para el sector agropecuario en Colombia. 5° Congreso Internacional de Gestión Tecnológica de la Innovación. Bucaramanga.

- Morales, María Eugenia; Pineda, Katherine y Ávila, Karolina. 2012. Organizaciones innovadoras a partir de la interacción con la universidad: casos exitosos. Estudios Gerenciales, Volumen 28, Edición Especial: 363 – 374.
- Peguero, Anna. 2010. La espectroscopia NIR en la determinación de propiedades físicas y composición química de intermedios de producción y productos acabados. Tesis Doctoral. Programa de Doctorado en Química. Departamento de Química. Facultad de Ciencias. Universitat Autònoma de Barcelona. España.
- Pexga – Plataforma Empresarial de Galicia en Colombia. 2014. Sector Alimentario en Colombia 2014. Informe Sectorial. Red de Plataformas Empresariales en el Exterior de Galicia. Colombia.
- Plataforma de Mercados Biotecnológicos. 2012. Plan Nacional de I+d+i 2008 – 2011. Subprograma de apoyo a plataformas tecnológicas. "Plataforma tecnológica en mercados biotecnológicos. Agenda estratégica para la plataforma de mercados biotecnológicos. Madrid.
- Prochile. 2016. Estudio de Mercado de Biotecnología en Alemania. Oficina Comercial de Chile en Berlín.
- Proexport. 2013. Colombia Un aliado estratégico para empresarios internacionales. Proexport Colombia.
- Rosales, Maritza. 2010. Definición e importancia del desarrollo regional. Aregional.com
- Red de Desarrollo Sostenible - RDS. 2016. Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano (2017 – 2027). Colombia.
- Ruiz, Olga; Vega, Miguel y Garcés, Fernando. 2011. Impacto de la Biotecnología en el Sector Salud 2020. Informe de Prospectiva Tecnológica. Genoma España. Salud Humana. España.
- Sharry, Sandra. 2017. Agroecología y Biotecnología: Una relación exitosa para la sustentabilidad. Universidad Nacional de la Plata. Prosecretaría de posgrado. Secretaría de Asuntos Académicos. Escuela de verano UNLP. Argentina.
- Silva, Iván. 2003. Metodología para la elaboración de estrategias de desarrollo local.

Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES). Santiago de Chile.

- Tinjacá, Claudia. 2013. Propuesta Plan Estratégico de Biotecnología. Bases para el planeamiento de un enfoque estratégico. Colciencias. Colombia.
- Trejo, Sergio; Ruiz, Angélica y Plascencia, Miguel Angel. 2011. Situación de la biotecnología en el mundo. Resumen Ejecutivo. Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada – IPN Unidad Tlaxcala. México.
- UNDP. 2015. Informe sobre Desarrollo Humano 2015. Nota explicativa por país – Colombia. Disponible para consulta en: <http://www.co.undp.org/content/dam/colombia/docs/DesarrolloHumano/undp-co-expcol-2015.pdf>
- Uribe, Claudia Patricia. 2016. La institucionalidad para la CTI al servicio del sector agroindustrial. Corpoica. Bucaramanga.
- Vendruscolo, Rafaela; Cruz, Fabiana; Schneider, Sérgio. 2015. (Re) valorización de los alimentos de la agricultura familiar: límites y particularidades de las estrategias alimentarias en el Estado de Rio Grande Do Sul, Brasil. Agroalimentaria. 22 (42): 149 – 169.
- Von Braun, Joachim. 2015. El concepto de bioeconomía en perspectiva y su relevancia para la Agenda Global de Políticas de desarrollo. Centro de investigación y desarrollo (ZEF). Universidad de Bonn.