



Innovation in research and engineering education:  
key factors for global competitiveness

*Innovación en investigación y educación en ingeniería:  
factores claves para la competitividad global*

# INGENIERÍA INNOVADORA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL SECTOR RURAL

Mary Luz Olivares Tenorio, Adriana Mejía Terán, Elizabeth Beltrán Roa, Andrés Mauricio Díaz Quintero,  
Rubén Darío Ochoa Arbeláez

Fundación Universitaria Agraria de Colombia  
Bogotá, Colombia

## Resumen

Atendiendo las necesidades del sector rural y consciente de la importancia de formar profesionales integrales, UNIAGRARIA ofrece formación para la innovación articulando la conservación del ambiente, el fomento del emprendimiento y el desarrollo de las regiones. La facultad de Ingeniería tiene un énfasis innovador representado en el aporte de conocimiento para el desarrollo sostenible de este sector, el cual se evidencia en los factores diferenciadores de los currículos de cada uno de los programas. La Ingeniería agroindustrial se encamina al sector no alimentario y tiene fortaleza en la investigación en biocombustibles y aprovechamiento de subproductos. La Ingeniería de Alimentos tiene un énfasis en Seguridad e Inocuidad alimentaria, aumentando la oferta de alimentos y mejorando la competitividad del sector. Ingeniería Mecatrónica interpola conocimientos teóricos propios de la automatización, energías renovables y biotecnología que aportan ventajas competitivas al sector agropecuario regional. Ingeniería Civil busca la solución a las necesidades regionales y rurales de infraestructura y saneamiento básico con tecnología local apropiada; Ingeniería Industrial enfatiza en la cadena de suministro, especialmente en la producción y distribución, mediante estudios técnicos, enmarcados en los preceptos de logística sustentable.

**Palabras Clave:** desarrollo rural sostenible; ingeniería; innovación; Uniagraria

## Abstract

*In response to the rural sector needs and being aware of the importance of developing complete professionals, UNIAGRARIA gives education for innovation, articulating the environmental conservation, promotion of entrepreneurship and regional development. The faculty of engineering has an innovative emphasis reflected in the contributions of knowledge for rural sustainable development, which is evident in the differentiating factors of each program. Agroindustrial Engineering is routed to agro non-food sector, especially in biofuels research and byproducts utilization. Food Engineering has an emphasis on Food Safety and Security, increasing food supply and improving competitiveness. Mechatronics Engineering interpolates*

*knowledge of automation, renewable energy and biotechnology to provide competitive advantages to the regional agricultural sector; Civil Engineering looks for solutions to regional and rural needs of infrastructure and basic sanitation with proper local technology; Industrial Engineering focuses in supply chain, especially, the production and distribution, through technical studies, framed in the precepts of sustainable logistics.*

**Keywords:** rural sustainable development; engineering; innovation; Uniagraria

## 1. Introducción

En medio de hechos ya arraigados como la globalización, los tratados de libre comercio y la competitividad, se requiere de ingeniería innovadora, especialmente para el sector rural, donde se debe fomentar el desarrollo sostenible y enfrentar los retos de capacitar los empresarios regionales y rurales, tecnificar el campo y establecer sistemas de producción sostenible, seguridad alimentaria y en general, buscar la solución de las múltiples necesidades, con la certeza, que en el campo se requiere de ingenieros capaces de entender los requerimientos de desarrollo, con infraestructura, buenas prácticas, optimización de recursos y tecnología local apropiada. En UNIAGRARIA, desde su creación, se ha entendido esta problemática, que conforma la Misión y la Visión, las cuales se transversalizan en cada programa académico, como tres pilares fundamentales que son: el fomento al emprendimiento, conservación del ambiente y desarrollo de las regiones (UNIAGRARIA, 2012), con algunos resultados como los que se muestran en el presente artículo, discriminado por las áreas de la ingeniería con que cuenta la Institución.

## 2. Marco institucional Uniagraria para el Desarrollo Rural Sostenible

La Fundación Universitaria Agraria de Colombia – UNIAGRARIA, es una institución sin ánimo de lucro que lleva 28 años ofreciendo educación al país con el ímpetu de generar talentos que aporten al desarrollo del sector primario de la economía, que propendan por la conservación del ambiente y que posean un alto potencial emprendedor (UNIAGRARIA, 2011). Es así como el Proyecto Educativo Institucional al estipular estos tres pilares que igualmente están reflejados en la misión uniagraria (UNIAGRARIA, 1999), han convertido a UNIAGRARIA y sus programas académicos, en entidades visionarias completamente alineadas a los conceptos de La Organización Mundial de los Alimentos y Agricultura de las Naciones Unidas FAO (Food and Agriculture Organization of United Nations) que define el Desarrollo Rural Sostenible como un proceso que cumple los procesos de garantizar que los requerimientos nutricionales básicos de las generaciones presentes y futuras sean atendidos cualitativa y cuantitativamente; ofrecer empleo estable, ingresos suficientes y condiciones de vida y de trabajo decentes para todos aquellos involucrados en la producción agrícola; mantener y aumentar la capacidad productiva de la base de los recursos naturales como un todo, y la capacidad regenerativa de los recursos renovables, sin romper los ciclos ecológicos básicos y los equilibrios naturales, lo que destruyen las características socioculturales de las comunidades rurales o contamina el medio ambiente y; reducir la vulnerabilidad del sector agrícola frente a factores naturales y socioeconómicos adversos y otros riesgos, y refuerza la autoconfianza (FAO, 1995).

### 3. Innovación en la ingeniería de UNIAGRARIA

#### 3.1. Ingeniería Agroindustrial, fuente de progreso para el sector rural

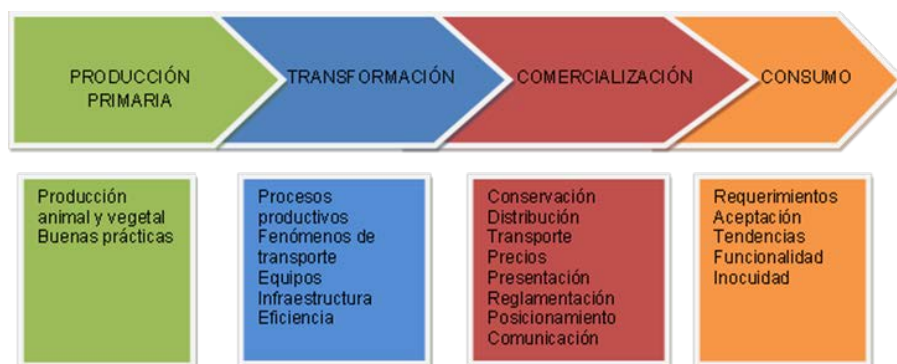
UNIAGRARIA creó el programa de ingeniería agroindustrial como respuesta a la construcción de las apuestas productivas encaminadas a mejorar la competitividad del país que se reportan en el documento del Departamento Nacional de Planeación (DPN, 2007). Este programa tiene como factor diferenciador su orientación al sector no alimentario, identificando la necesidad de Colombia de resolver la baja industrialización de materiales biológicos no comestibles, de incrementar el uso racional y eficiente de la energía (Bochno, 2011) y dar solución a la alta generación de subproductos y desechos agroindustriales (Saval, 2012). Como resultado, el programa viene consolidando la línea de investigación en bioenergía con el proyecto obtención de alcohol carburante a partir de remolacha azucarera con el que se ha obtenido 240 ton/hectárea de materia prima por año y 25,680 litros de bioetanol por hectárea, rendimientos superiores a los reportados en caña de azúcar con una producción 80 ton/hectárea y un rendimiento industrial de 6.800 litros de bioetanol por hectárea (BNDES, CGEE, FAO y CEPAL, 2008). El etanol deshidratado obtenido ha sido evaluado de acuerdo con estándares y la Norma Técnica NTC 5308, dando como resultado una concentración de etanol del 99.5% (Técnicas, 2008) y un contenido de agua del 0,83% (ASTM E203 Standard Test Method for Water Using Volumetric Karl Fischer Titration, 2001). La acidez total en porcentaje de masa de 0,92 % (ASTM E1613 - 12 ). Adicionalmente se diseñó e implementó la planta piloto para la obtención de biocombustibles, la cual se encuentra ubicada en el campus universitario de UNIAGRARIA.

Otro sector de interés para Ingeniería agroindustrial son los ingredientes naturales, como lo presenta el Fondo Biocomercio (2009), la industria de ingredientes naturales se destaca como un sector potencial dentro de la industria farmacéutica colombiana, determinado por la biodiversidad. Por ello, en conjunto con Aromatiss (empresa de ingredientes naturales), se han desarrollado análisis de caracterización de materias primas, descripción de protocolos de proceso, e identificación de bioinsumos. Esto con el fin de evaluar el potencial que tienen diversos productos agrícolas e implementar sistemas productivos sostenibles con los productores primarios de Cundinamarca y el Valle del Cauca.

#### 3.2. Ingeniería de Alimentos, apoyando la seguridad alimentaria y la competitividad del sector de alimentos

El énfasis o factor diferenciador del programa de Ingeniería de Alimentos es la seguridad e inocuidad alimentaria y el enfoque de cadenas agroalimentarias, por lo cual el objeto de estudio en este programa va más allá de enfatizar en la transformación de materias primas en productos para consumo, buscando evaluar las interacciones con el sector primario y los demás eslabones de la cadena. De esta manera se garantiza el suministro eficiente de productos con la calidad e inocuidad requeridos por los mercados. Asimismo, se da cumplimiento a las necesidades de la región en términos de competitividad y seguridad e inocuidad alimentaria, promoviendo desarrollo rural sostenible. Para el estudio de los sistemas de producción agroalimentarios, el programa ha identificado los cuatro (4) eslabones fundamentales que hacen parte de la cadena (COMUNICA, 2009) (Luning, 2004) y en cada uno de ellos se han determinado los elementos donde la Ingeniería de Alimentos realiza su intervención, como se evidencia en el Gráfico 1.

Gráfico 1. Eslabones de la Cadena Agroalimentaria y los elementos de estudio de la Ingeniería de Alimentos en UNIAGRARIA.



Fuente: Adaptado de (Luning, 2004). Programa Ingeniería de Alimentos UNIAGRARIA

Los resultados de este importante factor diferenciador se ven ampliamente reflejados en los programas y proyectos de investigación y proyección social que en los 25 años de funcionamiento del programa se han desarrollado en los grupos de investigación y que han sido de alto impacto en la sociedad, contribuyendo con las dimensiones que componen el desarrollo rural sostenible. Las temáticas de los proyectos realizados por la Ingeniería de Alimentos de UNIAGRARIA han sido en Procesos y Tecnologías de conservación, Biotecnología y Calidad e Inocuidad. Como resultado de estos proyectos se ha logrado impactar positivamente el sector, con la contribución de mejores prácticas en manejo poscosecha de frutas y hortalizas, igualmente, con opciones de procesamiento de dichos productos para dar mayor oferta a los mercados. Igualmente, se han estudiado los procesos metabolitos secundarios como oportunidades de innovación de especies promisorias, alimentos convencionales y residuos de la agroindustria. La inocuidad es otro aspecto importante dentro de los aportes del programa donde se busca presentar evidencia científica de la eficacia de los procesos de garantía de inocuidad en la cadena agroalimentaria.

### 3.3. Ingeniería Mecatrónica y nuevas tecnologías para aumentar la eficiencia en el sector agropecuario

El programa de Ingeniería Mecatrónica, en sus 4 años de funcionamiento ha trabajado en un constante rediseño de los procesos de formación que aumenten el nivel de pertinencia y relevancia académica preparando a jóvenes interesados en asumir los retos que el país y la región generan respecto a la profesión, tanto en el sector agropecuario como industrial. De esta forma, Ingeniería Mecatrónica enfoca la aplicabilidad de los conceptos propios a metodologías modernas de planeamiento, diseño, puesta en marcha, operación y control de sistemas de producción automatizados, a través de la innovación y transferencia de tecnología al sector, aportando al proceso de cambio en el que se encuentra inmerso el sector.

Hoy, tanto agricultores como ganaderos tienen afección por mejorar el estado actual de sus unidades productivas a través de la tecnificación del campo que junto con sus conocimientos y experiencias acumuladas (La República, 2013), puedan competir en mercados tanto nacionales como internacionales y es Uniagraria quien prepara a los profesionales que puedan hacer frente a la necesidad que surge. Es por esto que el programa de Ingeniería Mecatrónica centra su investigación en la línea de “Innovación verde” a través de campos como: Agróbots, en el que se trabajan desarrollos robóticos aplicados al sector agropecuario; TAER, Tecnologías Ambientales y energías renovables, con el que se busca dar soluciones a problemas medio ambientales a través de la aplicación de tecnologías limpias y energías renovables; TEMSAC, Tratamiento electromagnético de semillas y ambientes controlados, que se ocupa de la

determinación de campos electromagnéticos óptimos aplicados a material de siembra que mejoren características de dormancia y desarrollo de la planta en ambientes controlados.

Dentro de los trabajos de investigación puede referirse proyectos como:

- Desarrollo de un prototipo de aireador con control automático para optimizar la producción piscícola del norte del Tolima
- Desarrollo de un robot excavador y recolector orientado a la minería
- Tratamiento Electromagnético de Semillas de quinua
- Robot Prototipo Recolector de Fresas en Cultivos Hidropónicos con Ambiente Controlado
- Clasificación de Limones por Medio de una Herramienta de Inteligencia Artificial
- El Ecoparque Pinares de Tenjo bajo las Estrategias de TPM
- Desarrollo de un Prototipo de Panel Solar con Control Automático
- Modelación de curvas de Lactancia de hatos lecheros utilizando Redes Neuronales
- Identificación de las Tortugas Icoateas por medio de Tratamiento Digital de imágenes
- Automatización de un Invernadero Tipo Vitrina
- Control Automático del nivel de oxígeno y temperatura en el laboratorio de piscicultura de UNIAGRARIA.

### **3.4. Ingeniería Civil, de la teoría a la práctica**

Desde el inicio del programa de Ingeniería Civil de UNIAGRARIA, el perfil profesional de sus egresados, se ha orientado a la solución de las múltiples necesidades y problemas de las regiones, municipios y especialmente, sus zonas rurales, con la certeza, que en el campo se requiere de un profesional capaz de entender los requerimientos de desarrollo, con infraestructura y tecnología local apropiada, vías de comunicación que permitan al productor primario, ser competitivo y evitar así la intermediación, que conlleva a encarecer los productos, sin que ello redunde en beneficio al campesino.

El Ingeniero Civil Uniagraria, desarrolla competencias para analizar, proponer e implementar soluciones a los problemas de infraestructura urbana y especialmente rural; y promueve el mejoramiento de la calidad de vida de las regiones, interactuando positivamente con los recursos naturales para lograr un desarrollo sostenible y sustentable.

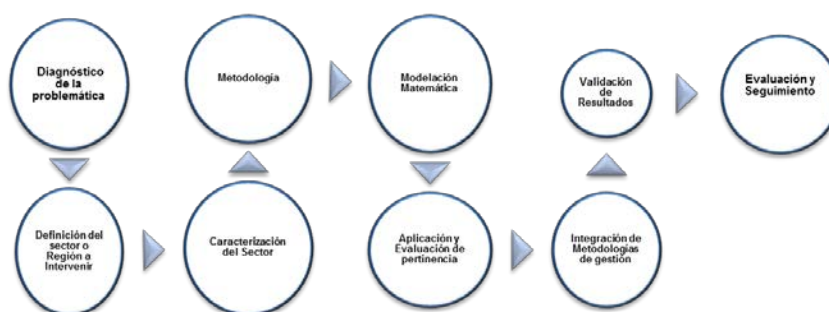
Como ingeniería innovadora, para el desarrollo sostenible del sector rural, se articula la investigación y la proyección social en el programa “UNIAGRARIA AL CAMPO”, que se encuentra sustentado en la necesidad de potenciar el bienestar de las regiones y el desarrollo rural, como un motor íntimamente relacionado con la calidad de vida de las comunidades y que proporciona a los entes territoriales, municipios, comunidades indígenas, juntas de acción comunal, empresas públicas y privadas, propuestas de solución a problemas específicos.

Como aporte del programa a la ingeniería regional y rural, dentro de los proyectos de investigación se han desarrollado y registrado varios software en las temáticas de estructuras y geotecnia y vías. Igualmente, se han realizado proyectos enfocados al uso de la guadua y el bambú, asimismo, el uso de envases plásticos en PET (polietileno tereftalato) como unidades de mampostería. Por otro lado, el programa se ha destacado por sus proyectos de la línea de problemática ambiental, en donde se han llevado a cabo labores para el desarrollo piscícola, la sostenibilidad urbana y rural, las terrazas verdes y el uso de residuos sólidos aplicados a los cultivos hidropónicos. En cuanto al fomento del espíritu emprendedor, se destaca el desarrollo de equipos y modelos de laboratorio, así como los software anteriormente mencionados.

### 3.5. Ingeniería Industrial, apunta al desarrollo regional a partir de Sistemas Logísticos Sustentables

UNIAGRARIA ha innovado en el enfoque tradicional de la Ingeniería industrial, al ahondar en la solución de problemas y optimización de procesos en el sector primario de la economía, a partir de la implementación de herramientas y técnicas propias de esta profesión (UNIAGRARIA, 2013). Ante esta realidad el Programa de Ingeniería Industrial, fiel a los lineamientos institucionales, busca dejar su impronta mediante proyectos que apuntan a la aplicación de la gestión sostenible de la cadena de suministro (SSCM) como factor clave que empuje a las organizaciones a centrarse en aliviar los problemas ambientales, proporcionar beneficios económicos y sociales, mejorar los sistemas de recolección, distribución y transporte y apoyar la asociatividad empresarial, basado en las metodologías SustainableSupplyChain Management (SSCM), Logistics Social Responsibility (LSR), Reverse logistics y Green Logistics, en búsqueda de un mejor desempeño ambiental, social y económico. El Gráfico 2 ilustra el modelo utilizado por el programa para abordar su objeto de estudio.

Gráfico 2. Modelo para abordar la problemática logística del sector primario de la economía



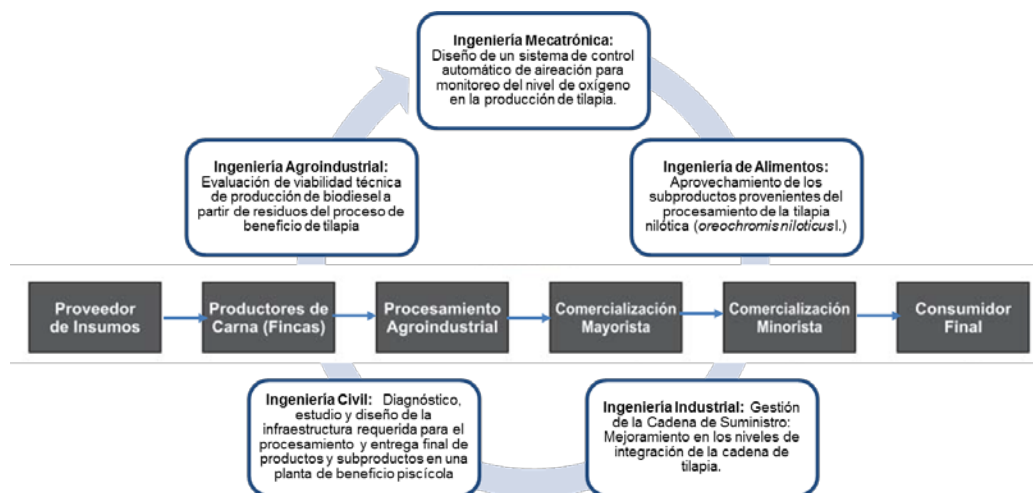
Fuente: Programa de Ingeniería Industrial, (UNIAGRARIA, 2013)

Mediante la aplicación de este modelo se espera generar un impacto positivo en el bienestar de las organizaciones rurales, a partir de la optimización de los procesos, aumento de la calidad, disminución de desperdicios y pérdidas de los productos, lo que a su vez se va a ver reflejado un incremento de las ganancias individuales y por ende en el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad en la cual se desarrollen estos proyectos.

### 4. Caso de sinergia de ingenierías para el desarrollo rural sostenible

Uno de los programas de investigación y proyección social que evidencia la sinergia de las ingenierías de UNIAGRARIA es el “Programa de Fortalecimiento de la cadena piscícola del norte del Tolima” el cual cuenta como aliado con la Asociación de Piscicultores del Norte del Tolima, ASOPISCINORTE. Este programa se encuentra representado en el Gráfico 3.

Gráfico 3. Articulación de proyectos de los programas de Ingeniería de UNIAGRARIA con la cadena productiva de la Tilapia



FUENTE: Adaptado de (MADR. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural., 2007)

Los avances que se tienen en este programa son el diagnóstico de la cadena productiva de la tilapia en el norte del Tolima para determinar las necesidades de investigación. Igualmente se han realizado caracterizaciones de los subproductos como cabezas y escamas para establecer sus contenidos e inocuidad para el diseño de productos alimentarios. Además, se ha realizado pruebas con pieles para la viabilidad de obtención de biodiesel. Por otro lado, se han finalizado los prototipos de diseño de planta de beneficio.

## 5. Conclusiones

Como se ha podido observar, en el enfoque diferenciador de cada programa de ingeniería de UNIAGRARIA, se destaca un trabajo orientado al sector rural, en aras de ser partícipes del desarrollo del campo y generar en el estudiante competencias que les permitan visionar este importante sector, que sigue siendo sustento y bastión importante de la economía colombiana. Por esto, se evidencian los proyectos de investigación y proyección social emprendidos desde cada programa, que a su vez se han articulado como un trabajo mancomunado en estas cinco ingenierías, apuntando al mejoramiento, optimización y fortalecimiento de las capacidades productivas del agro, permitiendo una mayor calidad de vida de la población campesina. A su vez los esfuerzos que desde la academia se han dado reflejan el sentir de la Fundación Universitaria Agraria de Colombia UNIAGRARIA para contribuir a que Colombia sea un país más justo y equitativo.

## 6. Referencias

- ASTM E203 Standard Test Method for Water Using Volumetric Karl Fischer Titration. (2001). Estados Unidos.
- ASTM E1613 - 12 . (s.f.). Standard Test Method for Determination of Lead by Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry (ICP-AES), Flame Atomic Absorption Spectrometry (FAAS), or Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry (GFAAS) Technique. Estados Unidos.

- BNDES, CGEE, FAO y CEPAL. (2008). Bioetanol de Caña de azúcar. Una energía Para el desarrollo sostenible. Rio de Janeiro: BNDES.
- Bochno, E. (2011). Estado del Arte y Novedades de la Bioenergía en el Colombia, Punto focal en Colombia. En C. FAO. Bogotá.
- COMUNICA. (Mayo de 2009). Cadenas Agroalimentarias: un instrumento para fortalecer la institucionalidad del sector agrícola y rural.
- DPN. (2007). Agenda Interna para la Productividad y Competitividad. En Departametros Nacional de Planeación, Documento Sectorial Agroindustrial. Bogotá.
- La República. (27 de Febrero de 2013). Agro sin tecnología no va para ninguna parte. La República, pág. Agronegocios.
- Luning, P. M. (2004). Food Quality Management. A techno-managerial approach. . Wageningen Press.
- MADR. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2007). Proyecto de Transición de la Agricultura. Agenda productiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de la tilapia.
- Maroni, J. R. (2004). Las nuevas tecnologías y su impacto sobre la producción granaria. Revista Agromensajes, No. 14.
- Saval, A. (2012). Aprovechamiento de recursos agroindustriales: Pasado, Presente y Futuro. Biotecnología, Vol 16 No.8.
- Técnicas, A. -A. (2008). Norma Técnica ABNT NBR 5992. Brasil.
- UNIAGRARIA. (1999). Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Recuperado el 03 de 05 de 2013, de Fundación Universitaria Agraria de Colombia: <http://www.uniagraria.edu.co/archivos/peiuniagraria.pdf>
- UNIAGRARIA. (2011). Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Recuperado el 29 de 04 de 2013, de Fundación Universitaria Agraria de Colombia: <http://www.uniagraria.edu.co/html/origen.html>
- UNIAGRARIA. (2012). Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Recuperado el 26 de 04 de 2013, de Fundación Universitaria Agraria de Colombia: <http://www.uniagraria.edu.co/html/quienessomos.html>
- UNIAGRARIA. (2013). Fundación Universitaria Agraria de Colombia. Recuperado el 29 de 04 de 2013, de Fundación Universitaria Agraria de Colombia: <http://www.uniagraria.edu.co/html/origen.html>

## Sobre los Autores

- **Mary Luz Olivares Tenorio:** Ingeniera de Alimentos, Máster en Gestión de Calidad de Alimentos. Directora Programa Ingeniería de Alimentos. [olivares.mary@uniagraria.edu.co](mailto:olivares.mary@uniagraria.edu.co)
- **Adriana Mejía Terán:** Ingeniera Agroindustrial, Máster en Diseño y Gestión de Procesos, Directora (e) Programa Ingeniería Agroindustrial. [mejia.adriana@uniagraria.edu.co](mailto:mejia.adriana@uniagraria.edu.co)
- **Elizabeth Beltrán Roa:** Ingeniera Electrónica, Especialista en Gestión Integral de Proyectos Directora (e) Programa Ingeniería Mecatrónica, [beltran.elizabeth@uniagraria.edu.co](mailto:beltran.elizabeth@uniagraria.edu.co)
- **Andrés Mauricio Díaz Quintero:** Ingeniero Industrial, Máster en Calidad y Gestión Integral, Director Programa Ingeniería Industrial, [diaz.andres@uniagraria.edu.co](mailto:diaz.andres@uniagraria.edu.co)
- **Rubén Darío Ochoa Arbeláez:** Ingeniero Civil, Máster en Ingeniería Civil – Énfasis Ingeniería Ambiental, Director Programa Ingeniería Civil, [ochoa.ruben@uniagraria.edu.co](mailto:ochoa.ruben@uniagraria.edu.co)



Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería y de la International Federation of Engineering Education Societies

Copyright © 2013 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), International Federation of Engineering Education Societies (IFEES)