

# Ingeniería agrícola, una alternativa para las necesidades del agro

**La ingeniería agrícola como profesión que articula los conceptos de la ingeniería y los procesos biológicos, está llamada a desempeñar un papel protagónico en el desarrollo del campo colombiano. Por ello requerimos espacio político para poder hacer parte de los estamentos de decisión y difundir estrategias en:**

- Control de erosión.
- Desarrollo de tecnología apropiada a través de la investigación en las universidades colombianas.
- Racionalización de las pérdidas en frutas, hortalizas y cereales, entre otros".

**JAIME SALAZAR CONTRERAS**  
Ingeniero agrícola MSc.  
Director del Departamento de Ingeniería agrícola  
Universidad Nacional de Colombia

**JULIO E. OSPINA M.**  
Ingeniero Agrícola MSc.  
Director curricular de Ingeniería agrícola  
Universidad Nacional de Colombia

Según diagnósticos de diferentes entidades del sector agropecuario tanto anivel estatal como privado, se ha podido establecer que nuestro país posee 14.362.846 hectáreas aptas para la explotación agrícola, de las cuales a 3.500.000 se les puede aplicar riego; en la actualidad sólo 842.000 hectáreas han sido adecuadas, hecho que genera un déficit en adecuación de 2.658.000 hectáreas.

Según cifras del IGAC, el país se dispone a convertir su extensa y verde geografía, de 114 millones de hectáreas, en una estéril mancha de color amarillo. La tierra nacional que hoy en día genera el 75% de los ingresos por exportaciones, e igualmente abastece el 85% del consumo nacional de alimentos, podría ser en el próximo siglo, un árido e improductivo suelo. La zona andina, que representa el 26% del territorio nacional y donde se produce un alto porcentaje de los 8 millones de sacos de la cosecha cafetera, también sufre una alarmante degradación; la causa: tierras con vocación agrícola que se dedican a la ganadería, tierras con elevados grados de pendiente en donde se siembran cultivos limpios, en fin, uso inadecuado de los suelos, sistemas de producción, manejo y conservación, no técnicos. A lo anterior se añade el hecho de que entre un 20 y 30% del área plana del Valle del Cauca tiene problemas de salinidad y/o de insuficiente drenaje, producto de un inapropiado riego y de otros factores.

Por otra parte, no se debe dejar pasar por alto la incidencia de la mecanización en el desarrollo de la agricultura; el país cuenta con 6 millones de hectáreas mecanizables, de las cuales únicamente se están trabajando 600.000, cifra que desde hace 13 años no sufre ninguna variación.

Se ha comprobado que si se aplicaran técnicas apropiadas en sólo calibración de combinadas se estarían recuperando 400.000 toneladas de grano; esto en términos económicos implica un ingreso de 30.000 millones de pesos, cifra que con una total inversión proporcionaría un

millón de empleos permanentes, en una nación de 4 millones de hombres en edad de trabajar.

Los métodos de acopio, transporte y comercialización de los productos agrícolas son ineficientes y el abastecimiento de alimentos de la población de más bajos recursos se hace a través de mecanismos costosos e inapropiados; los agricultores están perdiendo cerca de \$300.000 mil millones de pesos anuales a causa del deficiente manejo de productos en los períodos de precosecha, cosecha y postcosecha. A lo anterior se unen las deficiencias en las redes de acopio y de frío y el desarrollo insuficiente de la agroindustria.

### **POLITICAS PARA EL SECTOR AGROPECUARIO 1987 - 1990**

#### **Programas específicos de la economía social en el área rural**

Dentro de la estrategia de la economía social se han diseñado programas específicos, se han destinado recursos especiales a fin de estructurar planes integrales que garanticen un apoyo coordinado con el fin de mejorar las condiciones de vida del hombre del campo con base en el aumento de la producción.

Con el fin de asegurar la disponibilidad permanente de alimentos en cantidades y calidades adecuadas y el acceso a ellos especialmente por parte de la población más pobre, se han concentrado recursos financieros, humanos e institucionales en la producción de alimentos que constituyen la dieta básica:

- i) Maíz, arroz, frijol y soya.
- ii) Papa, yuca, frutas y hortalizas (alverja, tomate, etc.)
- iii) Carne, leche, huevos y panela

#### **OBJETIVOS Y ESTRATEGIAS**

Las políticas en el sector rural se orientan a recuperar el dinamismo de la producción agropecuaria, pesquera y forestal del país y a dotar a los campesinos de recursos que le permitan mejorar sus condiciones de vida y su capacidad de generar ingresos; adicionalmente y con el fin de alcanzar un crecimiento económico sostenido, las acciones gubernamentales se dirigen también a aumentar la oferta de productos exportables.

Para el logro de estos objetivos, la política sectorial se fundamenta en el fortalecimiento y ampliación de la capacidad de producción y comercialización de bienes agropecuarios, mediante la modernización y recapitalización del sector; parte integral de esta estrategia es vincular a los grupos más pobres y aislados de las zonas rurales, para garantizar su acceso a los factores de producción (tierra, crédito y tecnolo-

gía) proporcionándoles, de manera integral, la infraestructura física y otros servicios básicos.

### **ACCIONES**

#### **1. Aprovechamiento de recursos naturales renovables**

Para el manejo integral de los recursos naturales renovables se requiere:

- a) Fortalecimiento del sistema de investigación básica y aplicada.
- b) Manejo de cuencas, incluyendo acciones tendientes a utilizar el suelo en concordancia con su capacidad productiva y al diseño de metodologías y modelos que sirvan de base para dar asistencia técnica a los municipios, quienes deben asumir el manejo de sus fuentes de abastecimiento de agua.

#### **2. Adecuación de tierras**

Para lograr el mejor uso de la tierra y realizar una adecuada utilización del agua, se proponen para el período 1987-1990 las siguientes prioridades:

- a) Construcción de 600 proyectos de pequeña irrigación veredal.
- b) Adecuación y complementación de los distritos de Lebrija, San Alfonso y el Junco, y ejecución de los proyectos de Venado-Cabra, San Bartolomé y Llano de la Virgen.
- c) Construcción de distritos de riego medianos y pequeños, y grandes distritos sólo cuando se justifiquen en términos de rentabilidad económica y social y se ubiquen en cercanías a los grandes centros de consumo.
- d) Formulación de programas orientados a reactivar las inversiones del sector privado en la ejecución de proyectos individuales o comunales de riego, drenaje y/o control de inundaciones en regiones de alto potencial exportador de productos nuevos.

#### **3. Comercialización interna**

Impulso a un sistema intermodal de transporte a granel por el corredor del Río Magdalena y mejoras en los puertos marítimos y fluviales, además de rehabilitación y construcción de carreteras y vías de penetración, por parte del Ministerio de Obras Públicas.

#### **4. Dotación de infraestructura para acopio y transformación**

- a) Impulso de los centros de servicios de comercialización rural, de propiedad de los productores. Se proveerán los siguientes servicios:
  - i) Beneficio, secamiento y almacenamiento de granos.
  - ii) Infraestructura para selección, lavado, empaque y refrigeración de productos perecederos.

- iii) Procesamiento agroindustrial.
- iv) Venta de insumos agropecuarios.
- v) Alquiler de maquinaria de labor y fumigación.
- vi) Información de precios y mercados.

b) Contribución para la instalación de industrias de procesamiento de leche en zonas de alto potencial productivo que tengan déficit de capacidad instalada, orientándolas a aquellos procesos que incorporen nuevas tecnologías.

c) Ampliación de la llamada red de frío.

## 5. Investigación y transferencia de tecnología

Diseño de estrategias para la generación, validación y transferencia de tecnologías a los usuarios, con las siguientes directrices:

a) Impulso de la investigación y experimentación, para contribuir al desarrollo de prácticas productivas apropiadas que tengan efecto a largo plazo en la producción y en la productividad.

b) Fortalecimiento de los sistemas nacionales de investigación, transferencia y extensión agropecuaria.

c) El ICA impulsa la investigación y transferencia de tecnología para la producción de cultivos de exportación y el Instituto de Investigaciones Tecnológicas (IIT) adelanta programas para el manejo postcosecha de las frutas tropicales para los mercados externos.

## ORGANIZACION INSTITUCIONAL

Los organismos de asesoramiento y decisión que participan en las etapas de concertación, seguimiento y evaluación tanto de la política agropecuaria en su conjunto, como de los programas y proyectos, son:

- El Consejo asesor de la política agropecuaria.
- El Comité de coordinación ejecutiva del sector agropecuario.
- La oficina de planeamiento del sector agropecuario, OPSA, que actuará como Secretaría técnica.

## INVERSION Y FINANCIAMIENTO

Con el fin de alcanzar los objetivos planteados por la actual administración en materia agropecuaria, la inversión canalizada hacia el sector, en el período 1987-90, asciende a \$273.000 millones de pesos de 1987, lo que representa un aumento promedio anual del 11%. Esta inversión será financiada en un 65% con recursos provenientes del Presupuesto nacional, que crecen a una tasa del 7.5% anual; del crédito externo, que participará con 24% y su crecimiento será superior al 25% anual; y 11% de recursos propios de las entidades, que crecen en un 2.8%.

## RECOMENDACIONES DEL GREMIO DE INGENIEROS AGRICOLAS

### La modernización del campo colombiano, reto de todo el país

Durante los días 21, 22 y 23 de septiembre de 1988 se llevó a cabo el IV Congreso colombiano de ingeniería agrícola, organizado por la Asociación de ingenieros agrícolas de Colombia.

En dicho certamen se dieron los primeros pasos para alcanzar la interacción de los sectores técnicos con las políticas, para trabajar conjuntamente en la modernización y tecnificación del campo colombiano.

En relación con este punto, la Asociación de ingenieros agrícolas de Colombia considera que el sector agropecuario está saturado de diagnósticos y estudios. Por tanto se requiere una voluntad política que conlleve decisiones concretas de trabajo.

En el país nadie desconoce la necesidad de aumentar la producción y productividad con el fin de cubrir la demanda interna y generar excedentes exportables; satisfacer los requerimientos de materias primas de la agroindustria; generar empleo con el propósito de elevar el nivel de vida del campesino; dar impulso a las formas asociativas, para que con base en los procesos agroindustriales, se mejore la eficiencia y competitividad del productor agropecuario; poner en ejecución la reforma agraria integral.

Una conclusión trascendente del IV Congreso colombiano de ingeniería agrícola es la de aunar fuerzas gremiales, científicas, políticas y sociales para que, con una gran resultante, se conduzca al país hacia las medidas y acciones con las cuales se desarrolle vigorosamente el campo colombiano.

En este sentido los ingenieros agrícolas del país están dispuestos a trabajar y apoyar las políticas serias y coherentes que propicien la reactivación sectorial.

Dichas políticas, respaldadas no sólo por la ingeniería agrícola sino por una plena interacción de disciplinas técnico-científicas, le garantizará a Colombia soluciones adecuadas y autóctonas a los problemas que hoy atraviesa la adecuación de tierras mecanizables, la comercialización de productos agropecuarios, el desenvolvimiento de la agroindustria, la producción en zonas de ladera, la protección y manejo de cuencas hidrográficas, la distribución de infraestructura de almacenamiento y secamiento, la industrialización de maquinaria agrícola.

De hecho el desempeño adecuado de la ingeniería agrícola, conjuntamente con otras profesiones agrónomas, forestales y pecuarias, le per-

mitirán a la nación disminuir notablemente los riesgos que corre actualmente la agricultura comercial y tradicional. Además, habrá una verdadera base para el progreso técnico-científico que tanto necesita el país.

Si se dan las condiciones propicias, los ingenieros agrícolas le entregarán a Colombia en un corto tiempo:

Empresas de alquiler y servicios de maquinaria agrícola, con lo cual se liberará al productor de altos costos de inversión. Además, se realizará un trabajo técnico que reducirá costos de producción, pérdidas en la recolección y el transporte.

Expansión tecnificada de la frontera agrícola. En un año se pueden adecuar 450.000 hectáreas bajo riego y con drenaje.

Nuevas empresas agroindustriales, donde el productor y el técnico estén directamente vinculados. En un año se puede duplicar fácilmente la mano de obra que hoy en día emplea este subsector (75.000 personas).

Para que lo anterior se dé, el Consejo nacional de asistencia técnica debe contar obligatoriamente con la participación de ingenieros agrícolas.

La reestructuración del sector público debe contemplar la implantación de departamentos de ingeniería agrícola tanto en el Ministerio de Agricultura, como en los Institutos adscritos a él.

### RESPUESTA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL A LA ALTERNATIVA PLANTEADA

En concordancia con lo antes expuesto, el Departamento de ingeniería agrícola considera fundamental establecer un programa de investigación que articule las áreas formativas en ingeniería agrícola y dé respuesta a la problemática anteriormente esbozada. Para ello se ha establecido el programa "Ingeniería de la producción y conservación de alimentos", el cual se desarrollará a través de líneas de investigación que abarcan: la Producción y conservación de granos y semillas, la Producción y conservación de productos agrícolas perecederos y la Adecuación de ambientes para la producción agropecuaria.

La investigación realizada hasta la fecha por el Departamento se enmarca dentro de las nuevas líneas de investigación propuestas y se destacan proyectos como: "Estudio de los factores de pre cosecha, cosecha y postcosecha de frutas y hortalizas de alto consumo en el mercado"; "Estudio del potencial de secado con aire natural y energía solar para productos agrícolas"; "Determinación de pérdidas en recolección de granos con combinada"; "Elaboración de prototipos de sembradoras de grano fino y grueso"; "Materiales de construcción con desechos agroindustriales", entre otros.

#### Áreas de trabajo

#### Postcosecha de producción agrícola

ACTIVIDADES	CAMPOS	ASIGNATURAS
a. Recolección	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fisiología</li> <li>Mecanización</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biología</li> <li>• Química</li> <li>• Fisiología vegetal</li> <li>• Física</li> <li>• Matemáticas</li> <li>• Resistencia de materiales</li> <li>• Estructuras</li> <li>• Materiales de construcción</li> <li>• Termodinámica</li> <li>• Transferencia de calor</li> <li>• Mecánica de fluidos</li> <li>• Operaciones unitarias</li> <li>• Elementos de máquinas</li> <li>• Máquinas agrícolas</li> <li>• Cultivos</li> <li>• Estadística</li> <li>• Macroeconomía</li> <li>• Microeconomía</li> <li>• Administración rural</li> <li>• Computadores</li> </ul>
b. Manejo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mecánica de fluidos</li> <li>Fisiología</li> <li>Propiedad de los productos</li> <li>Mecanización</li> <li>Estructuras agrícolas</li> </ul>	
c. Conservación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fisiología</li> <li>Transferencia de calor y masa</li> <li>Refrigeración</li> <li>Secado</li> <li>Almacenamiento</li> <li>Mecanización</li> <li>Estructuras</li> </ul>	
d. Comercialización	<ul style="list-style-type: none"> <li>Producción</li> <li>Economía</li> <li>Administración</li> <li>Mecanización</li> <li>Estructuras</li> </ul>	

**Adecuación del medio productivo**

RECURSO	ACTIVIDADES	CAMPOS	ASIGNATURAS
a. Suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar</li> <li>Conservar</li> <li>Recuperar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suelos agrícolas</li> <li>Suelos portantes</li> <li>Mecanización</li> <li>Estructuras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Física</li> <li>• Matemáticas</li> <li>• Biología</li> <li>• Edafología</li> <li>• Geología</li> <li>• Química</li> <li>• Mecánica de suelos</li> </ul>
b. Agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar</li> <li>Manejar</li> <li>Controlar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mecánica de fluidos</li> <li>Hidráulica</li> <li>Hidrología</li> <li>Irrigación</li> <li>Avenamiento</li> <li>Estructuras</li> <li>Equipos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fotometría</li> <li>• Resistencia de materiales</li> <li>• Mecánica de fluidos</li> <li>• Hidráulica</li> <li>• Hidrología</li> <li>• Riegos</li> <li>• Drenajes</li> </ul>
c. Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar</li> <li>Manejar</li> <li>Controlar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mecánica de fluidos</li> <li>Meteorología</li> <li>Transferencia de calor y masa</li> <li>Contaminación</li> <li>Estructuras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructuras agrícolas</li> <li>• Fisiología vegetal</li> <li>• Máquinas e implementos agrícolas</li> <li>• Producción agropecuaria</li> <li>• Topografía</li> <li>• Evaluación proyectos</li> <li>• Estadística</li> <li>• Computadores</li> </ul>

Identificar: Conocer

Conservar: Uso adecuado

Manejo: Puede implicar modificación

Control: No implica modificación

Finalmente y con el propósito de mostrar la identidad de la ingeniería agrícola, tanto dentro de la Universidad como fuera de ella, se presentan los aspectos curriculares de la misma:

**Definición**

Es la aplicación de los principios de la ingeniería en la producción y conservación de alimentos.

Es una profesión orientada a dar respuesta a los problemas agropecuarios haciendo una aplicación racional de los principios de las ciencias naturales y las matemáticas, procurando el aumento y conservación del potencial de la tierra, la industrialización de la agricultura y la dignificación del hombre.

Es la aplicación de los principios de la ingeniería en la adecuación del medio productivo y la conservación de alimentos.

**Objeto de estudio de la ingeniería agrícola**

Producción y conservación de alimentos.

**Áreas**

**1. Adecuación del medio productivo:** Conjunto de actividades encaminadas a crear las condiciones óptimas para la producción agropecuaria mediante el manejo racional de la relación agua-suelo-ambiente.

**2. Postcosecha de productos agrícolas:** Operaciones y procesos realizados a partir de la recolección hasta su consumo o transformación de las materias primas agrícolas.

ción hasta su consumo o transformación de las materias primas agrícolas.

**Propuesta de postgrado en Ingeniería agrícola Antecedentes**

Hasta 1960, la Ingeniería agrícola en Colombia se ofrecía a través de algunas asignaturas, sin los conocimientos sólidos de los fundamentos de la ingeniería, en las facultades de Agronomía.

Con base a las recomendaciones de la Misión de la Universidad de Michigan y de acuerdo con la necesidad de preparar un profesional que en forma amplia y sólida integrara los fundamentos de Ingeniería y Agronomía, elementos indispensables para resolver los problemas que plantea la agricultura moderna y la agroindustria, la Universidad Nacional consideró oportuna la creación de la carrera de Ingeniería agrícola, la cual se formalizó mediante la aprobación del primer plan de estudios en 1964 por Acuerdo emanado del Consejo Superior Universitario. La primera promoción inició estudios en la seccional de Medellín a mediados de 1965.

En 1967, mediante convenio entre la Universidad Nacional seccional Palmira y la Universidad del Valle, se creó el segundo programa de Ingeniería. Posteriormente mediante Acuerdo No. 33 del Consejo Superior Universitario en 1969, inició labores el programa de Ingeniería agrícola en la sede de la Universidad en Bogotá.

En la actualidad, además de la Universidad Nacional se ofrecen programas de Ingeniería agrícola en la Universidad Surcolombiana en Neiva y en la Universidad de Sucre en Sincelejo.

En 1967 se inició un programa de estudios para graduados (PEG) en ciencias agropecuarias mediante convenio suscrito entre la Universidad Nacional y el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), dentro del cual se ofrecieron estudios a nivel de Magister, en Ingeniería agrícola, en las áreas de riegos y drenajes, mecanización y procesos agrícolas. Esta especialidad duró 5 años, período en el cual se graduaron 36 profesionales entre nacionales y extranjeros. En 1982 el convenio entre las dos instituciones finalizó, pasando algunos programas que venían funcionando, a la administración total de la Universidad Nacional.

En 1983 la Facultad de ciencias agropecuarias de la Universidad Nacional seccional Palmira estableció el programa de postgrado en suelos y agua, dirigido principalmente a formar especialistas en el área de suelos.

En 1984 el Consejo Superior Universitario aprobó el postgrado en conservación de suelos, aguas y bosques, el cual está funcionando en la seccional de la Universidad Nacional en Medellín.

Por otra parte, hace tres años la Facultad de agronomía de la Universidad Nacional, sede Bogotá, reinició los programas de postgrado en fitotecnia en las áreas de fisiología de cultivos, genética y fitomejoramiento y tecnología de la producción agraria, así como el magister en suelos.

Igualmente, la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional, a la cual está adscrita la carrera de Ingeniería agrícola, tiene una gran trayectoria en la administración de programas de postgrado, pues fue esta facultad una de las primeras en el país en establecer estos programas en Ingeniería. Actualmente la Facultad cuenta con programas de postgrado a nivel de Magister y especialización en Ingeniería civil, en las áreas de ambiental, estructuras, recursos hidráulicos, transportes y geotecnia; Ingeniería química, Ingeniería de sistemas, Ingeniería eléctrica e Ingeniería mecánica. Existe también el programa de especialización en Ingeniería de alimentos, que actualmente funciona como un programa interfacultades, pero por disposiciones sobre programas de postgrado, se está reestructurando con el fin de que quede adscrito al programa curricular de Ingeniería agrícola.

### Justificación

El gobierno nacional ha señalado como uno de

sus planes prioritarios la adecuación de unas 800.000 hectáreas para la agricultura en los próximos 16 años, teniendo en cuenta los siguientes hechos:

- La extensión de las tierras de las clases I y II aptas para la agricultura intensiva, apenas sobrepasa el millón de hectáreas. Las clases III y IV que también pueden ser utilizadas para este tipo de agricultura siempre que se adecúen convenientemente, suman varios millones de hectáreas.
- En los años recientes, Colombia se ha convertido en un gran importador de alimentos. En 1984 se invirtieron más de 500 millones de dólares en cereales, tortas y aceites.
- El ritmo actual de crecimiento de la población hará que en el año 2000 Colombia tenga entre 35 y 42 millones de personas, lo cual implica que la producción de alimentos deberá llegar a unos 15 millones de toneladas anuales, que deberán producirse en unos seis millones de hectáreas.
- Colombia ocupa el penúltimo lugar en Latinoamérica en el aprovechamiento de sus tierras para la agricultura.

Estas razones (entre otras) indican la urgente necesidad de formar verdaderos especialistas e investigadores que apliquen y desarrollen tecnología apropiada al medio tropical en la planificación, ejecución, administración de las obras de adecuación futuras y en la rehabilitación y complementación de los actuales distritos de riego, así como en el manejo postcosecha de los productos agrícolas.

De otra parte, los altos costos y escasez de divisas restringen la salida a los centros de capacitación del exterior del personal especializado que requieren las Universidades e institutos agropecuarios, además de que la institución no siempre es la más apropiada para las condiciones de un país con agricultura subdesarrollada como Colombia.

El Departamento de Ingeniería agrícola de la Universidad nacional, sede Bogotá, puede reunir las condiciones necesarias para asumir la responsabilidad de la dirección de un programa de esta naturaleza porque:

- Dispone de la infraestructura apropiada para el desarrollo de cursos regulares en esta área, tanto teóricos como prácticos.
- Se han realizado exitosamente varios cursos de educación continuada, y en ellos los participantes han manifestado de manera reiterada la necesidad del establecimiento de estudios de postgrado a nivel de especializa-

ción en las áreas de adecuación de tierras y agroindustrias.

- La Facultad de ingeniería dispone de uno de los mejores laboratorios de hidráulica del país y de profesores en esta área con una gran experiencia. Igualmente la Universidad Nacional cuenta con uno de los institutos más completos del país en el área de ciencia y tecnología de alimentos y en su administra-

ción participan las facultades de Ingeniería y Agronomía.

- La ubicación de un programa de postgrado de esta naturaleza en el Departamento de Ingeniería agrícola, sede de Bogotá, permitiría el uso eficiente de las bibliotecas, laboratorios y personal especializado y con una gran experiencia práctica de los institutos agropecuarios relacionados con sede en la capital.