

PROSPECTIVA TECNOLOGICA Y CONSIDERACIONES CURRICULARES EN INGENIERIA AGRICOLA

*Jaime Salazar Contreras
Ingeniero Agrícola Msc.
Profesor Titular Facultad de Ingeniería Universidad
Nacional de Colombia*

INTRODUCCION

Los nuevos modelos económicos centrados en un mayor número de productos de exportación con un alto valor agregado hace necesario que se generen grandes desarrollos tecnológicos, en los cuales el papel de la Ingeniería es trascendental; para el caso de Ingeniería Agrícola se debe lograr importantes tecnificaciones del Sector Agropecuario para poder atender las demandas de productos alimenticios, para consumo interno y excedentes para otros países.

Con el presente escrito se mostrará una visión prospectiva a nivel nacional e internacional de la Ingeniería Agrícola y finalmente algunas consideraciones sobre su currículo, con el propósito de reflexionar, cómo sería una formación competitiva, en los albores del siglo XXI.

PROSPECTIVA TECNOLÓGICA EN INGENIERÍA AGRÍCOLA PROPUESTA NACIONAL

La Ingeniería Agrícola aplica las ciencias físicas y matemáticas al campo, con el apoyo de los principios de las ciencias biológicas; esto significa que está estrechamente ligada con todas las actividades encaminadas a generar la infraestructura necesaria para la optimización de la producción y el manejo de los productos agrícolas.

La organización internacional del trabajo - OIT, adscrita a las Naciones Unidas, según la clasificación de ocupaciones, ubica al Ingeniero Agrícola en el grupo de "Arquitectos, Ingenieros y Técnicos asimilados" y lo define como "el profesional que estudia y recomienda la

aplicación de las técnicas de Ingeniería a los problemas agrícolas, proyecta maquinaria, instalaciones y equipos agrícolas, planea y vigila su fabricación, construcción e instalación”.

Vale la pena mencionar que en algunos Departamentos de Ingeniería Agrícola de Universidades Extranjeras, están promoviendo la creación de carreras con énfasis en sistemas biológicos en donde el componente ambiental juega un papel preponderante.

La práctica de la Ingeniería agrícola se ve cada día más ligada a la informática y a la electrónica, situación que hace necesario adquirir destrezas y habilidades especiales para afrontar con idoneidad estos retos; esto significa además que **el futuro profesional debe ejercer mayor capacidad de análisis y síntesis** para la interpretación de resultados y generación de alternativas de solución, al igual que realizar una permanente actualización a través de publicaciones, asociaciones científicas, redes y cursos de educación continuada.

El ingeniero Agrícola del futuro debe adquirir habilidades en el manejo del Hardware y muy eficientemente en el software relacionado con su actividad profesional.

TENDENCIAS EN INGENIERIA AGRICOLA

Podemos establecer que los alcances en el futuro de la Ingeniería Agrícola se centra en la obtención de desarrollos tecnológicos para la producción agrícola, mediante reconversiones de energía y bajo un manejo eficiente y sostenible.

Actualmente la internacionalización de la economía obliga al sector agrícola a reducir costos y a generar mayor valor agregado a los productos, para lo cual se debe adoptar y crear más y mejor tecnología, en donde, la inversión en la investigación a través de centros especializados y de las universidades, debe ser cada vez mayor y apoyada económicamente por las empresas; ellas deben ver esto como una inversión y no como un gasto. Al Ingeniero Agrícola en su ambiente de trabajo le corresponde interactuar con diferentes profesionales de

manera interdisciplinaria en la búsqueda de procesos que permitan obtener nuevos productos de mejor! calidad: sensores más eficientes utilizando la biotecnología, procesamiento de imágenes mediante un contacto virtual con los procesos con fines de control de calidad y un uso generalizado de la robótica y automatización utilizando diversos componentes electrónicos.

Consecutivamente con lo expuesto, el Ingeniero Agrícola estará incidiendo en las siguientes Areas:

BIOTECNOLOGIA. Esta área se vislumbra como un campo en el cual el Ingeniero Agrícola deberá incidir dentro de una caracterización interdisciplinaria; actuará sobre muchos procesos de postcosecha y agroindustriales en productos fundamentales para el desarrollo económico del país y en donde el componente ambiental será uno de los aspectos de mayor importancia.

TRATAMIENTO DE RESIDUOS CONTAMINANTES. En la mayoría de los procesos el beneficio es uno de los principales elementos para el manejo de los sistemas sostenibles de producción; allí la Ingeniería Agrícola deberá contribuir con sus aportes tecnológicos a controlar y minimizar la contaminación. Un caso importante que estamos comenzando a ver es el despulpado sin agua dentro del beneficio del café, eliminando con esto gran carga contaminantes a las fuentes de agua.

AUTOMATIZACION Y ROBOTICA. En la mayoría de las actividades en las que estará interactuando el Ingeniero agrícola se destacan los sistemas y procesos controlados por microprocesadores y principios automatizados en el manejo del agua, de la maquinaria, agroindustria etc. Se insiste en la labor interdisciplinaria que estaría desempeñando y en el cual incidirá en el desarrollo tanto de software como de hardware necesarios para el avance de herramientas rápidas y confiables que le permitan introducir valor agregado a los productos que genere.

Lo anterior requiere de un conocimiento y un manejo calificado y competitivo en la computación, la informática y la electrónica.

Los sistemas robotizados estarán al orden del día para todos los procesos de producción agrícola en donde desde la concepción de la maquinaria agrícola hasta su mantenimiento, deberá responder eficientemente.

Finalmente, el esquema esbozado tiene en mente una visión prospectiva de la agricultura competitiva en los mercados nacionales e internacionales, sin embargo, no debemos descuidar la acción sobre las actividades agrícolas de los pequeños agricultores, en donde la Ingeniería Agrícola deberá crear y adaptar la tecnología antes descrita para lograr su posterior incorporación a los mercados de apertura e internacionalización, mediante la generación de valor agregado a los productos y procesos agrícolas.

PROPUESTA INTERNACIONAL INTRODUCCION

El origen de la Ingeniería Agrícola¹ se remonta desde cuando el hombre comenzó a practicar la agricultura como una ayuda de las herramientas mismas rudimentarias para facilitar las operaciones de cosecha de los frutos de plantas nativas y en la captura y matanza de animales salvajes para servirles de alimento.

Hasta recientemente, la Ingeniería Agrícola era definida como una Ingeniería aplicada a la Agricultura. En los últimos años, principalmente en los Estados Unidos, hay una tendencia generalizada en cambiar el nombre de Ingeniería Agrícola por Bio Ingeniería, o Ingeniería del Bio Sistema, procurando sustituir el término Agrícola por el de Bio, Biológico o Bio Sistema.

Esta tendencia, en el momento, nos tiene preocupados, aún a los profesionales de otros países como a los de la Comunidad Económica Europea, Comunidad Asiática y a América Latina.

¹ Ponencia tomada del Seminario Internacional para la Actualización y Modernización del Currículo de Ingeniería Agrícola, organizado por ACOFI-ICFES en 1995 y presentada por el Profesor Tetuo Hara. Departamento de Engenharia Agrícola/CCA. Universidad de Federal de Viçosa. Brasil

Se cree que los breves reflejos de este cambio ocurrido en los Estados Unidos, debería influir en otros países inclusive en América Latina.

Este hecho afectará más pronunciadamente a los países en desarrollo, situados entre los países desarrollados, con condiciones de tecnología más definidas, y en países subdesarrollados en los que predomina una situación de tecnología más primaria. Ya existe alguna preocupación al respecto en el Brasil.

Sobre este escenario será analizada la Ingeniería Agrícola en el contexto de América Latina con una representación, primero sobre la situación de los Estados Unidos, debido al pionerismo y su estado de desarrollo, en el Brasil y en el mundo.

INGENIERIA AGRICOLA EN LOS ESTADOS UNIDOS

Los Estados Unidos fueron los pioneros en la creación de la carrera de Ingeniería Agrícola a principios de siglo y se cimentó sobre el concepto de la aplicación de la agricultura y servía de relación entre las ingenierías y la agronomía.

Sobre el aspecto tecnológico y el rápido y creciente desenvolvimiento del sector de la informática, de las disponibilidades de los servicios de los satélites y de la fuerte tendencia en la aplicación de la robótica, muchas escuelas de ingeniería agrícola están concentrando y entrenando en las áreas correlacionadas, tales como, en la modelación y simulación de diversas operaciones, en la informática, ingeniería de sistemas hidráulicos, sensores, propiedades físicas de productos biológicos y en las áreas de ciencias biológicas y químicas.

La utilización reciente de los sistemas electrónicos de informática, principalmente de la Internet, diversas aplicaciones han sido desarrolladas adaptadas para el sector; existe un pronóstico de que dentro de 3 años, 85% de los Pc's de los americanos estarán ligados a la red. Este es un medio de comunicación mutuo que debe ser considerado seriamente.

Es posible en los días de hoy, monitorear tractores a grandes distancias, vía satélite, con desvíos en el rumbo de más o menos 1 pulgada. Estos tractores pueden traccionar un sistema que analiza y solo en las unidades de áreas de 1 pie cuadrado y luego al seguir aplicar dosificaciones de fertilizantes en función de los análisis.

Modelos matemáticos que visualizan y manipulan la distribución espacial y la temperatura interna, durante las operaciones de secado, también ya están disponibles.

Del mismo modo, equipos de cosecha mecánica de frutos dotados de un sensor óptico que selecciona el fruto maduro para entonces proceder a la cosecha, se constituye en una tecnología ya desarrollada.

Para visualizar todas estas tecnologías, y las futuras, el área de propiedades físicas de productos agrícolas deberá tener un gran campo de acción.

INGENIERIA AGRICOLA EN EL BRASIL

Escuelas de Ingeniería Agrícola

En el Brasil existen en torno de 60 escuelas o facultades de Agronomía y 10 de Ingeniería Agrícola.

Los primeros cursos de Ingeniería Agrícola tuvieron su inicio en 1973 con fuerte influencia de la escuela americana de la "National Academy of Science" conjuntamente con algunos especialistas del Brasil, IICA y Universidad Agraria La Molina, quienes planearon e implantaron los cursos de Ingeniería Agrícola en los modelos de "Land Grant Colleges" de los Estados Unidos.

Actualmente los diversos cursos, principalmente los pioneros, han tenido una actuación atendiendo las condiciones brasileñas, de gran extensión territorial, con las diversidades tecnológicas extremas y peculiares.

De entre los 10 cursos de Ingeniería Agrícola existentes, 6 están concentrados en el regadío del sudeste de Brasil, en un radio de 500

km y forman poco más de 300 Ingenieros Agrícolas por año, número superior al de los EUA.

Entre los cursos se destaca:

- **UNIVERSIDAD FEDERAL DE VIÇOSA (UFV)** con curso de pregrado, iniciado en 1974, postgrado con programa de maestría, iniciada en 1971, y doctorado con más de 300 tesis sustentadas
- **UNIVERSIDAD ESTATAL DE CAMPINAS (UNICAMP)** con curso de pregrado, iniciado en 1976, y postgrado (maestría y doctorado) con un cuerpo docente de casi 60 profesores;
- **UNIVERSIDAD FEDERAL DE PELOTAS (UFPEL)** con curso de pregrado, iniciado en 1973, y postgrado (maestría);
- **UNIVERSIDAD FEDERAL DE LAVRAS (UFL)** con curso de graduación y postgrado (maestría).
- **UNIVERSIDAD FEDERAL DE PARAIBA (UFPB)** con curso de pregrado, iniciado en 1976, y postgrado (maestría).

Los cursos de Ingeniería Agrícola fueron parte de la ABEAS (Asociación Brasileña de Enseñanza Agrícola Superior) conjuntamente con otros cursos de ciencias agrarias, que han posibilitado el trabajo cooperativo e interactivo no solamente entre los coordinadores de cursos de Ingeniería Agrícola sino también el ejercicio de convivencia con coordinadores de los demás cursos de Ciencias Agrarias.

Los Ingenieros Agrícolas son reconocidos y credenciados para atender profesionalmente a través de los CREA (Consejo Regional de Ingeniería, Agronomía y Arquitectura) a nivel estatal y por CONFEA (Consejo Federal de Ingeniería, Agronomía y Arquitectura) a nivel de país a partir de 1978.

INGENIERIA AGRICOLA EN EL MUNDO

En la comunidad Europea, la actuación de la Ingeniería Agrícola, a pesar de lo moderna, es

ahora más conservadora. Ahora se trata de cambiar el nombre del profesional mismo con actividades semejantes a los EUA.

Existe un direccionamiento para la automatización de las operaciones y de equipos agrícolas, más ahora con tanta intensidad como en los EUA.

Muchos trabajos de investigación son concentrados en la adquisición automática de datos, simulando las operaciones diversas y en el área del agronegocios (Conservación de Productos Agrícolas, etc.).

Existe una preocupación en promover una adaptación de tecnología para las condiciones específicas en función del sistema agrícola y de la cultura local.

Más deberá, forzosamente, ocurrir cambios tecnológicos en función de la apertura de fronteras, reducción de subsidios agrícolas y competencia con el mercado mundial.

En la comunidad Asiática, con excepción del Japón, la situación se asemeja de una cierta forma a la de América Latina con grandes variaciones tecnológicas con presencia bastante acentuada de pequeños productores practicando una agricultura más rudimentaria y de subsistencia.

El caso del Japón se asemeja mucho a la tecnología de la Comunidad Europea con adopción de tecnologías más avanzadas y adaptadas a las condiciones locales, esto es, en áreas bastante reducidas e intensamente cultivadas.

Así mismo, en el Área de la Ingeniería Agrícola son desarrollados equipos de pequeño porte, pero con una robotización semejante a los EUA. En Australia, cuya extensión territorial es mayor la Ingeniería Agrícola practicada tiende hacia una mezcla de tecnología americana con una tecnología europea. Por otro lado, son desarrolladas muchas tecnologías propias.

Hace algunas décadas atrás, Australia era un país con extensión agrícola cuya calidad de los

productos dejaba mucho que desear. No en tanto, a partir de una decisión política determinada, se torna un país con productos agrícolas de las cualidades que están alcanzando este objetivo como suceso.

Ya en la Nueva Zelandia, vecinos de Australia, cuya extensión territorial no es grande, la tecnología utilizada es prácticamente la tecnología avanzada de la Comunidad Europea, con un poco de los sistemas australianos.

En el continente africano, los contrastes tecnológicos son enormes que van desde la tecnología primaria a tecnologías más avanzadas como las encontradas en el África del Sur.

En la India es de cierta forma semejante al del África, en el que los contrastes tecnológicos son semejantes, más con una diferencia, que es la presencia esporádica de tecnología de punta con una Ingeniería Agrícola desarrollada por trabajadores entrenados en los EUA y Europa y de modo general son aplicadas a las condiciones de la India.

Por tanto, en términos de novedades tecnológicas en Ingeniería Agrícola las principales fuentes hoy son los Estados Unidos, comunidad Europea, Japón y Australia; no obstante se prevee que en un futuro breve, algunos países de la América Latina deberán reafirmar su desarrollo tecnológico, en la Ingeniería Agrícola.

INGENIERIA AGRICOLA EN AMERICA LATINA

En América Latina, las actividades de la Ingeniería Agrícola es ejercida en la mayoría de los casos por los Agrónomos o los Ingenieros Agrónomos y por los Ingenieros de las diversas Especialidades. En la mayoría de los países el número de escuelas o facultades de Ingeniería Agrícola existentes es incipiente y hasta inexistentes como en Argentina, o solamente una facultad como en Chile.

Los primeros cursos formales de Ingeniería Agrícola en América Latina tuvieron inicio en la Universidad Agraria la Molina, Perú.

El estado de desarrollo de la Agricultura entre los países es bastante variable. No en todos tienen un hecho en común en el que parte de la agricultura es altamente desarrollada, la semejanza en los países del primer mundo se constituye en una agricultura más tradicional y hasta de subsistencia.

Esta situación sugiere que la Ingeniería Agrícola en América Latina debe tener una actuación identificada, con una personalidad propia, volcada a la solución de problemas regionales sin perder de vista la acción de la Ingeniería Agrícola en el contexto internacional de una agricultura industrializada; esto significa que la actividad de la Ingeniería Agrícola en América Latina es más compleja que en los países del primer mundo.

La Ingeniería Agrícola en América Latina deberá tener su fundamento en la ingeniería para acompañar y aplicar tecnologías más avanzadas y al mismo tiempo tener un buen conocimiento de la realidad regional y cultural.

La sociedad del primer mundo tiene presionado de modo enfático los aspectos relativos al medio ambiente. La agroindustria es una de las actividades bastante polucionantes. Se considera hoy una escasez de mano de obra, y existiendo una gran posibilidad de que los países del tercer mundo sean inducidos a procesar la materia prima en los países de origen y pasen a importar productos acabados.

Esto significa aparentemente un desarrollo de la agroindustria en los países del tercer mundo en los que se estaría utilizando mano de obra más barata, disminuiría la polución en los países consumidores y el transporte se haría con productos de valor intrínseco mayor. Se abriría teóricamente un gran mercado de trabajo para el ingeniero agrícola. La cuestión que sería importante es, si nuestros profesionales estarían preparados para actuar en esta situación.

América Latina enfrenta a largo tiempo problemas como la desigualdad social y la degradación del medio ambiente. ¿Cómo el ingeniero en cuestión deberá prestar su contribución en la solución de estos problemas? ¿Estará él debidamente preparado?.

Los cambios en el manejo empresarial, tanto estatal como privado, tiene reducido drásticamente la oferta de empleos con tendencia a disminuir cada vez más. Una de las alternativas es el ejercicio profesional, en el caso, de la Ingeniería Agrícola como profesional liberal. Cuanto más especializado menor posibilidad de obtener empleo.

Con una abertura de fronteras los profesionales deberán estar preparados para competir con profesionales del mundo entero, no tendrá lugar para incompetencias.

La tendencia de la robotización, la simple mecanización deberá reducir, en mucho, las posibilidades para contratación de mano de obra. ¿Los Ingenieros Agrícolas podrán contribuir para que se evite el desempleo?.

La búsqueda de la calidad de los productos, en competición abierta con el mundo, en cantidades y calidades de los productos agrícolas y alimenticios, será uno de los retos de la Ingeniería Agrícola y tendrá que asumirlo y superarlo.

CONSIDERACIONES CURRICULARES

Como parte de la reflexión que en Octubre de 1995 hicieron todos los Directores de los Programas de Ingeniería Agrícola del país, se presentan a continuación las conclusiones más importantes:

PREGUNTA #1. Contexto o Marco de Referencia: pensar sobre lo que estará haciendo el Ingeniero Agrícola en los primeros años del siglo XXI.

· El Ingeniero Agrícola estará haciendo lo mismo con otro tipo de herramientas. Con respecto a: Producción de cultivos: estará adecuando y recuperando suelos, y haciendo un manejo óptimo del recurso agua. Postcosecha de productos: debe trabajar en calidad y cantidad de alimentos, teniendo en cuenta que se debe hacer una planificación de las cosechas. Comercialización: tener un manejo general del mercadeo.

PREGUNTA #2: Definir un perfil de formación considerando los conocimientos, las aptitudes y actitudes que requiere la ingeniería agrícola en los primeros años del siglo XXI.

· Conocimientos: Es indispensable el manejo y la sumersión dentro de las condiciones socioeconómicas donde actúan, además de resumir en Agrónoma, la tecnología avanzada, tecnología de punta, utilización de computadores, todo esto aplicado al sector agropecuario.

También involucrar el manejo de los componentes ambientales y administrativos como agregado a las áreas básicas del ejercicio. Aptitudes: Definiendo aptitud como una característica innata que debe tener el Ingeniero Agrícola, se requiere: vocación por el campo, capacidad de abstracción y creatividad para poder transformar la realidad en la cual se actúe, e interdisciplinariedad.

Actitudes: Actitud entendida como la forma de afrontar las situaciones, la forma de actuar. Por lo tanto debe tener características de liderazgo y gestión empresarial, conciencia de lo que es el desarrollo sostenible, además de interdisciplinariedad.

· Conocimientos: Sólida formación en ciencias básicas, como característica del ingeniero Alta capacidad de desempeño profesional, fuerte dominio de herramientas, conocimientos necesarios de la parte social, económica y administrativa, y gestión ambiental, por tanto debe ser integral. Aptitudes y actitudes: Ser dinámico, gerencial, crítico, interdisciplinario, sociable, adaptable al cambio, tener habilidad en comunicación (oral y escrita), capacidad de síntesis, liderazgo, creatividad, capacidad de ser un transformador del medio productivo e identificarse con las carreras.

PREGUNTA #3: Organización Curricular teniendo en cuenta: formación en ciencias básicas, ciencias básicas de ingeniería, aplicación profesional y ciencias socio-humanistas.

· Formación básica: Debe ser fuerte, incluyendo las ciencias matemáticas, físicas, biología y química. Formación básica de ingeniería: Termodinámica, mecánica de sólidos y fluidos (estática y dinámica), ciencia del suelo

(física y mecánica), resistencia de materiales, y las herramientas. Formación profesional: se generaron dos propuestas: continuar con las cuatro áreas actuales; reducir a dos áreas Adecuación del Medio y Postcosecha, con un apoyo de las otras dos áreas: construcciones y maquinaria. Formación humanista social: cursos específicos incluyendo el área de gestión administrativa. Como proyecto pedagógico, a través de conferencias, jornadas técnicas, días de campo, entre otras.

PREGUNTA #4: Precisar el papel de la investigación y la extensión universitaria en relación con la modernización curricular y establecer su articulación con la docencia.

· La investigación es necesaria para la supervivencia de la carrera de Ingeniería Agrícola y de la actividad docente. La extensión se concibe como transferencia de resultados de investigación hacia el sector productivo y a la comunidad. En la investigación y la extensión deben interactuar docente - estudiante - medio. La investigación debe realizarse en dos niveles: Tecnología de Punta y Aplicaciones Tecnológicas.

PREGUNTA #5: Establecer el papel que juega en el proceso de actualización y modernización, la introducción o promoción de la realización de semestres de práctica, pasantías en la industria, monitorías y realización de trabajos de grado.

· El trabajo de grado es y deber ser obligatorio, es insustituible. En cuanto a las pasantías, deben ser un reemplazo de electivas, además deben estudiarse tanto su reglamentación como implementación y especialmente su coordinación, debe estar claro quien o quienes son las personas encargadas de dicha coordinación.

· Las pasantías y semestres de práctica son necesarias. No harán parte del pregrado como requisito. Se deben realizar en entidades tanto gubernamentales como no gubernamentales y también en instituciones. Debe existir una clara reglamentación. Se deben escoger estudiantes con buen desempeño académico. El trabajo de

grado es indispensable a nivel de pregrado.
Monitoria, becario, son necesarias.

PREGUNTA # 6: Establecer los modelos pedagógicos más convenientes para la enseñanza y formación en Ingeniería Agrícola.

- El docente debe manejar las estructuras básicas de la materia, además de tener capacidad de direccionar y promover e incentivar la profundización, en el tema mismo, ser parte del estudiante, de esta manera realmente se puede llegar a ser lo que es una pedagogía intensiva e intentar un verdadero cambio. Por lo tanto, el docente debe estar preparado teniendo los conocimientos suficientes para resolver las inquietudes de los estudiantes. Por ello además el docente debe leer bien el inglés para tener acceso a la última información y poder llegar de esta manera a responder al compromiso que se está planteando.

- El profesor debe tomar una actitud de cambio, no con clases magistrales sino más participativas que permitan la interacción profesor - estudiante, para llegar a resolver problemas del sector productivo. Incluir la cultura de los seminarios para que los estudiantes investiguen y planteen soluciones a problemas. Institucionalizar la semana técnica de Ingeniería Agrícola, la participación y presentación de proyectos de agroexpo y expociencia. Crear las empresas Junior, tomando el ejemplo de Brasil.